جمهورية العراق

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة واسط

كلية الزراعة

أستعمال المفاهيم الثرموديناميكية للبوتاسيوم عند مستويات ملوحة مياه الري والتسميد البوتاسي والعضوي وآثره في نمو وانتاج الذرة الصفراء *Zea may* L.

رسالـــــــة تـــــــقـــدّمت بهـــــا

الهام بيدالله جبر القريشي

إلى مجلـس كليـــة الزراعـــة ـ جامعـــة واســط

وهـــي جـــزء مـــن متطلبـــات الحصـــول علـــى درجـــة الماجستيـــر

فـــي العلـــوم الزراعيـــة (علـــوم التربـــة والمـــوارد المائيـــة)

إشـــــــراف

أ.د عبد الكريـم حســن عذافـة

أ. م.د ليث سليم سلمان

1446 هـ

2024 م

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ ٱللَّهُ نُورُ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلۡأَرۡضِۚ مَثَلُ نُورِهِۦ كَمِشۡكَوٰةٖ فِيهَا مِصۡبَاحٌۖ ٱلۡمِصۡبَاحُ فِي زُجَاجَةٍۖ ٱلزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا كَوۡكَبٞ دُرِّيّٞ يُوقَدُ مِن شَجَرَةٖ مُّبَٰرَكَةٖ زَيۡتُونَةٖ لَّا شَرۡقِيَّةٖ وَلَا غَرۡبِيَّةٖ يَكَادُ زَيۡتُهَا يُضِيٓءُ وَلَوۡ لَمۡ تَمۡسَسۡهُ نَارٞۚ نُّورٌ عَلَىٰ نُورٖۚ يَهۡدِي ٱللَّهُ لِنُورِهِۦ مَن يَشَآءُۚ وَيَضۡرِبُ ٱللَّهُ ٱلۡأَمۡثَٰلَ لِلنَّاسِۗ وَٱللَّهُ بِكُلِّ شَيۡءٍ عَلِيمٞ (٣٥) ﴾

صدق الله العلي العظيم

سورة النور(الاية ٣٥)

بسم الله الرحمن الرحيم

أقرار المشرفين

نشهد أَن اعداد هذه الرسالة جرى تحت إشرافنا في جامعة واسط \ كلية الزراعة – علوم التربة والموارد المائية وهي جزء من متطلبات نيل درجة الماجستير في العلوم الزراعية \ علوم التربة والموارد المائية.

أ.د عبد الكريم حسن عذافة

المشرف

قسم علوم التربة والموارد المائية

كلية الزراعة - جامعة واسط

أ.م .د ليث سليم سلمان

المشرف

قسم علوم التربة والموارد المائية

كلية الزراعة - جامعة واسط

توصية رئيس القسم

بناءً على الشروط والتوصيات المتوافرة نرشح هذه الرسالة للمناقشة .

أ.م .د مهند اسماعيل خلباص

رئيس قسم علوم التربة والموارد المائية

رئيس لجنة الدراسات العليا

كلية الزراعة - جامعة واسط

الخلاصة

أجريت تجربة حقلية في تربة ذات نسجة مزيجة رملية في احد حقول كلية الزراعة / جامعة واسط - قضاءالكوت في محافظة واسط على خط طول 45.842733 شمالا وخط عرض 32.497105 شرقا خلال الموسم الخريفي 2023 لدراسة جاهزية البوتاسيوم في التربة باعتماد بعض المعايير الثرموديناميكية وتقدير بعض مؤشرات نمو وأنتاج الذرة الصفراء *Zea mays L.*، نفذت تجربة عاملية وفقا لترتيب الالواح المنشقة - المنشقة وبتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاث مكررات. تضمنت التجربة ثلاث عوامل ، العامل الاول مستويين لملوحة مياه الري (1.26 و 4 ديسيسمنز م $^{-1}$) ورمز لها S1 و S2 على التتابع والعامل الثاني هو إضافة السماد البوتاسي المتمثل بكبريتات البوتاسيوم بثلاث مستويات إضافة هي (0 ، 50 ، 100 كغم K هـ $^{-1}$) ورمز لها K0 و K1 و K2 على التتابع ، إما العامل الثالث فقد تضمن إضافة السماد العضوي (مخلفات الاغنام) بثلاث مستويات إضافة هي (0 , 10 , 20 طن هـ$^{-1}$) ورمز لها بالرمز (M0و M1 و M2) على التتابع. تمت زراعة بذورالذرة الصفراء صنف بغداد -3- بتاريخ 2023/8/1 . اخذت عينات نباتية خلال مراحل نمو المحصول لثلاث مواعيد من الزراعة اي بعد مرور 40 يوم و80 يوم و 120 يوم من الزراعة وتم تقدير كل من البوتاسيوم الذائب بالتربة والمتبادل وكذلك تقدير كل من ايون الكالسيوم والمغنيسيوم وايون الصوديوم خلال هذه المواعيد لحساب المعايير الثرموديناميكية للبوتاسيوم والمتمثلة بالقوة الايونية والفعالية الايونية ومعامل الفعالية والطاقة الحرة ΔG وكذلك تم حساب منحنيات الكم والشدة Q/I لعينات التربة لمدة 40 يوم بعد الزراعة وجهد القدرة التنظيمية للبوتاسيوم $P.B.C_k$ والبوتاسيوم المتحرك ، وتم تقدير محتوى النبات من N و P و K بعد نضج المحصول . وفي نهاية الموسم وقبل الحصاد تم التقدير لبعض المؤشرات النباتية (ارتفاع النبات و طول العرنوص والوزن الجاف للمجموع الخضري و وزن 500 حبة وحاصل الحبوب و الحاصل البايولوجي ودليل الحصاد) اضهرت النتائج -:

1- أدى الري بالمياه المالحة مع استخدام التسميد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف إلى انخفاض الايصالية الكهربائية للتربة خلال مراحل نمو النبات وكذلك بالنسبة للايونات الموجبة الذائبة المتمثلة بايون الكالسيوم والمغنيسيوم وايون الصوديوم أدى إلى انخفاض في تركيزها خلال مراحل نمو النبات المتقدمة .

2- آثر استخدام مياه الري المالحة مع إضافة السماد العضوي و مستويات السماد البوتاسي معنويا في مؤشرات نمو النبات المتمثل في ارتفاع النبات وطول العرنوص والوزن الجاف للمجموع الخضري وباقي الصفات مقارنة باستخدام مياه الري الإعتيادية ذات ملوحة اقل.

3- أعطى المستوى الثاني من معاملات البوتاسيوم والسماد العضوي (M2) و (K2) افضل المعدلات لقيم كافة صفات الدراسة المتمثلة بالايصالية الكهربائية وايون الكالسيوم والمغنيسيوم وايون الصوديوم والبوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة وكذلك مؤشرات نمو النبات من ارتفاع النبات و طول العرنوص والوزن الجاف للمجموع الخضري ووزن 500 حبة وحاصل الحبوب والحاصل البايولوجي ودليل الحصاد ، كذلك على محتوى N وP و K للمجموع الخضري للنبات .

4- حققت التوليفة S1M2K2 اعلى القيم لكافة الصفات المدروسة بالمقارنة مع توليفة S2M0K0 التي حققت اقل قيم للصفات المدروسة خلال مراحل نمو النبات.

5- إما ما يخص المعايير الثرموديناميكية فقد حققت التوليفةS1M2K2 اعلى قيم لكافة المعايير الثرموديناميكية للبوتاسيوم والمتمثلة بالقوة الايونية والفعالية الايونية ومعامل الفعالية والطاقة الحرة مقارنة مع توليفة S2M0K0 التي اعطت اقل قيم لكافة المعايير الثرموديناميكية وكذلك تم حساب منحنيات الكم والشدة Q/I لعينات التربة لمدة 40 يوم بعد الزراعة ومنها تم معرفة نسبة البوتاسيوم المتحرك في التربة والسعة التنظيمية للبوتاسيوم حيث من خلال تقدير المعايير الثرموديناميكية تم معرفة جاهزية البوتاسيوم للتربة حيث كانت متوسطة التجهيز للبوتاسيوم خلال موعد 40 و 80 يوم من الزراعة إلى ترب تعاني نقص في التجهيز للبوتاسيوم خلال مراحل نضج المحصول اي بعد مرور 120 يوم من الزراعة وبهذا فقد امتازت المعايير الثرموديناميكية بدقة وكفاءة وحساسية عالية جدا في نتائجها مقارنة بنتائج المعيار الكيميائي التقليدي وكانت اكثر دقة في وصف جاهزية البوتاسيوم في عينات الدراسة أنيا وعلى المدى البعيد.

قائمة المحتويات

التسلسل	العنوان	رقم الصفحة
1	**المقدمّة Introduction**	**1**
2	**مراجعة المصادر Literature Review**	**4**
1-2	الترب الملحية	4
2-2	ملوحة ماء الري	7
1-2-2	استعمال مياه الري	8
3-2	المخلفات العضوية وأهمية اضافتها	9
4-2	البوتاسيوم في التربة	12
1-4-2	الصيغ الكيميائية للبوتاسيوم في التربة	14
2-4-2	أهمية البوتاسيوم للنبات	20
3-4-2	العوامل المؤثرة في جاهزية البوتاسيوم	22
5-2	تقييم سلوكية البوتاسيوم باستعمال المعايير الثرموديناميكية	23
1-5-2	الفعالية ومعامل الفعالية والتركيز	24
2-5-2	القوة الايونية	27
3-5-2	نسبة نشاط او فعالية الايون	28
4-5-2	الطاقة الحرة للتبادل	29
5-5-2	البوتاسيوم المتحرر	31
6-2	الذرة الصفراء	31
3	**المواد وطرائق العمل Materials & Methods**	**34**
1-3	موقع التجربة الحقلية	34
2-3	تهيئة الحقل	34
3-3	نصب ومعايرة منظومة الري	34
4-3	موعد وطريقة الزراعة	36
5-3	التصميم التجريبي لمعاملات التجربة الحقلية	36
6-3	عوامل التجربة الحقلية	36
7-3	التسميد	41
8-3	تحاليل التربة والمياه	42
1-8-3	التحاليل الكيميائية	42
2-8-3	الايونات الذائبة	43
3-8-3	العناصر الغذائية الكبرى الجاهزة	44
4-8-3	التقديرات الفيزيائية	44

5-8-3	تقدير صور البوتاسيوم المختلفة	45
9-3	المعايير الثرموديناميكية	48
10-3	القياسات النباتية	50
11-3	تقديرالـ N P K في أوراق النبات	51
12-3	التحليل الاحصائي	52
4	**النتائج والمناقشة Results & Discussion**	**53**
1-4	تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تراكيزالبوتاسيوم الذائب والمتبادل خلال مراحل نمو النبات	53
1-1-4	البوتاسيوم الذائب (سنتيمول لتر $^{-1}$)	53
2-1-4	البوتاسيوم المتبادل (سنتيمولk كغم$^{-1}$ تربة)	58
2-4	تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في بعض صفات التربة الكيميائية خلال مراحل نمو النبات	66
1-2-4	الايصالية الكهربائية للتربة (ديسيسمنز م $^{-1}$)	66
2-2-4	تأثير التسميد العضوي والبوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الايونات الموجبة (Ca ,Mg ,Na ,K)	70
1-2-2-4	الكالسيوم (مليمول لتر$^{-1}$)	70
2-2-2-4	المغنسيوم (مليمول لتر$^{-1}$)	73
3-2-2-4	الصوديوم (مليمول لتر$^{-1}$)	77
4-2-2-4	البوتاسيوم (مليمول لتر$^{-1}$)	81
3-4	تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في بعض مؤشرات نمو وحاصل الذرة الصفراء	88
1-3-4	ارتفاع النبات (سم)	88
2-3-4	الوزن الجاف للمجموع الخضري (ميكاغرام هـ$^{-1}$)	90
3-3-4	طول العرنوص (سم)	91
4-3-4	وزن 500 حبة (غم)	92
5-3-4	حاصل الحبوب (ميكاغرام هـ$^{-1}$)	94
6-3-4	الحاصل البايولوجي (ميكاغرام هـ$^{-1}$)	95
7-3-4	دليل الحصاد (%)	97
4-4	تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز بعض العناصرالغذائية في الأوراق عند الحصاد	101
1-4-4	النتروجين الكلي في الأوراق (%)	101
2-4-4	الفسفور الكلي في الأوراق (%)	102
3-4-4	البوتاسيوم الكلي في الأوراق (%)	103

5-4	تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في بعض المعايير الثرموديناميكة خلال مراحل نمو النبات	111
1-5-4	القوة الايونية (مول لتر$^{-1}$)	111
2-5-4	فعالية و معامل فعالية البوتاسيوم (مول لتر$^{-1}$)	114
3-5-4	نشاط البوتاسيوم ARK (مول لتر$^{-1}$)$^{0.5}$	116
4-5-4	الطاقة الحرة للتبادل (سعرة مول $^{-1}$)	118
5-5-4	منحنيات الكم /الشدة (Q\I Curves) لتجربة الاتزان الثرموديناميكي	120
6-5-4	جهد القدرة التنظيمية للبوتاسيوم $P.B.C_k$	127
7-5-4	البوتاسيوم المتحرك (المتحرر) سنتيمول كغم $^{-1}$	127
5	**الاستنتاجات والتوصيات Conclusions & Recommendations**	**129**
1-5	الاستنتاجات	129
2-5	التوصيات	130
6	**المصادر References**	131
1-6	المصادر العربية	131
2-6	المصادر الانكليزية	142
7	**الملاحق**	159

قائمة الجداول

التسلسل	العنوان	الصفحة
1	معاملات التجربة الحقلية	36
2	المخطط الحقلي لمعاملات الدراسة	37
3	الصفات الكيميائية لمياه الري	38
4	الصفات الكيميائية لمخلفات الاغنام المخمرة	40
5	الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة	45
6	تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في المعايير الثرموديناميكية للبوتاسيوم خلال مراحل نمو الذرة الصفراء	112
7	القيم الثرموديناميكية لتجربة الاتزان الثرموديناميكي	131

قائمة الاشكال

التسلسل	العنوان	الصفحة
1	مواقع ارتباط البوتاسيوم بالمعادن الطينية 1:2	14
2	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	53
3	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	53
4	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتمول لتر $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	54
5	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتمول k كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 40 يوم من الزراعة	58
6	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتمول k كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 80 يوم من الزراعة	58

7	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتمول k كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 120 يوم من الزراعة	59
8	تاثير المادةالعضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	66
9	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	66
10	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	67
11	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	70
12	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	70
13	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	71
14	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز المغنسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	74
15	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز المغنسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	74
16	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز المغنسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	75
17	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	78
18	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	78
19	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	79
20	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	81
21	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	81
22	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	82
23	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ارتفاع النبات (سم)	88
24	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في الوزن الجاف للمجموع الخضري (ميكا غرام هـ $^{-1}$)	90

25	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في طول العرنوص (سم)	91
26	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في وزن 500 حبة (غم)	92
27	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في حاصل الحبوب(ميكا غرام هـ $^{-1}$)	94
28	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ $^{-1}$)	95
29	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في دليل الحصاد (%)	97
30	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز النترجين في الأوراق %	101
31	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الفسفور في الأوراق %	102
32	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم في الأوراق %	103
33	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M0K0	120
34	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M1K0	120
35	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M2K0	120
36	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M0K1	121
37	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M1K1	121
38	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M2K1	121
39	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M0K2	122
40	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M1K2	122
41	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M2K2	122
42	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M0K0	123
43	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M1K0	123
44	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M2K0	123
45	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M0K1	124
46	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M1K1	124
47	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M2K1	124
48	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M0K2	125
49	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M1K2	125
50	علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M2K2	125

قائمة الملاحق

1	طريقة حساب عمق ماء الري (d) وحجم ماء الري المضاف (v) وزمن تشغيل المضخة (T) لرية الانبات الأولى ولعمق تربة (10 سم)	159
2	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	160
3	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	161
4	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتمول لتر $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	162
5	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتمول k كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 40 يوم من الزراعة	163
6	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتمول k كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 80 يوم من الزراعة	164
7	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتمول k كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 120 يوم من الزراعة	165
8	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	166
9	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	167
10	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	168
11	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	169
12	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	170

13	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	171
14	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز المغنسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	172
15	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز المغنسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	173
16	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز المغنسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	174
17	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	175
18	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	176
19	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	177
20	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة	178
21	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة	179
22	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة	180
23	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ارتفاع النبات (سم)	181
24	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في الوزن الجاف للمجموع الخضري (ميكا غرام هـ$^{-1}$)	182
25	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في طول العرنوص (سم)	183
26	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في وزن 500 حبة (غم)	184
27	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في حاصل الحبوب(ميكا غرام هـ$^{-1}$)	185
28	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ$^{-1}$)	186
29	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في دليل الحصاد (%)	187

30	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز النترجين في الأوراق %	188
31	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الفسفور في الأوراق %	189
32	تاثير المادةالعضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم في الأوراق %	190
33	صور العمل المختبري	191

1- المقدمة Introduction

أن عنصر البوتاسيوم يعد عنصرا اساسيا لنمو النباتات وتطورها وهو الايون الموجب الأكثر وفرة في النباتات، ويشكل حوالي 3-5% من اجمالي وزن النبات الجاف وله دور مهم واساسي في تغذية النبات (Marschner , 1995) . بين Reetz وآخرون (2005) أن صور وحالات البوتاسيوم في تغير مستمر في التربة ، لذا فان طرائق القياس التقليدية للبوتاسيوم في التربة تعدّ مقياساً غير دقيق للتعبير عن جاهزية البوتاسيوم والتنبؤ عن قوة تجهيز ووجود البوتاسيوم في التربة مما أدى بالباحثين إلى اعتماد معايير أخرى وهي المعايير الثرموديناميكية والحركية في دراسة قدرة التربة على التجهيز للبوتاسيوم باستعمال معايير القوة الايونية ومعامل الفعالية ومعاييرالسعة والشدة وكذلك السعة التنظيمية وفعالية البوتاسيوم وهذا يتطلب اجراء القياسات الثرموديناميكية للحصول على النتائج التي تصف حالة البوتاسيوم بشكل أكثر دقة .

تعدّ مشكلة الملوحة من المسببات الرئيسية لانخفاض الإنتاج الزراعي في منطقة السهل الرسوبي إذ أَن تراكم الاملاح في التربة أدى إلى نقص خصوبتها وأَن مصادر مياه الري التقليدية ذات النوعية الجيدة شحيحة في المناطق الجافة وشبه الجافة وتملح التربة والمياه هو اكبر عائق يواجه زراعة المحاصيل , لذلك تطلب الامر من المختصين التفكير في استعمال مياه ذات نوعية قليلة الجودة مثل مياه البزل او مياه الصرف الصحي بعد اجراء بعض المعالجات عليها , إن استخدام المياه المالحة يهيء بيئة غير ملائمة لنمو المحاصيل من خلال تاثير تركيز ونوعية الاملاح المتراكمة في امتصاص الماء والمغذيات من قبل النبات وبالتالي يؤثر في نمو المحصول (المشهداني ,2011 ; القيسي ,2013).

إنّ نوعية مياه الري لها دور مهم وأساسي في تحديد نوعية الترب وانتاجيتها فالترب الجيدة ذات الإنتاجية المثلى العالية تتحول بمرور الوقت إلى ترب غير جيدة وقد تصبح في وقت ما غير منتجة بسبب تراكم الاملاح المنقولة مع مياه الري وبالتالي يؤثر هذا المحتوى من الاملاح على صفات التربة الفيزيائية والكيميائية وجاهزية العناصر الغذائية والنشاط الحيوي للاحياء والذي ينعكس سلبا على جميع مؤشرات النمو وحاصل النبات وأَن مدى تاثر المحاصيل بالملوحة يختلف حسب نوع المحصول (الحديثي ,2010) . في السنوات الأخيرة زاد الاهتمام بدراسة إنتاجية المحاصيل تحت ظروف الري بالمياه المالحة وزراعة محاصيل متحملة للملوحة ومتوسطة التحمل

وتحديد أنسب العوامل التي تؤدي إلى زيادة الإنتاجية لهذه المحاصيل لارتفاع ملوحة مياه الري واستعمال مياه ذات نوعية متدنية (الزبيدي ,2010).

تعدّ الأسمدة العضوية ومستخلصاتها المائية ومكوناتها مؤثرة حيويا وكيميائيا في النبات ،إذ تساعد هذه الأسمدة على زيادة النشاط ونموالنباتات لماتحتويه من الاحماض الامينية والهرمونات النباتية والعناصر الغذائية فضلا عن دورها في زيادة الجهد الازموزي للنبات ومقاومة الاجهاد المائي والملحي(Pettit ,2003). ان إضافة المخلفات العضوية يعد من الأمور الإيجابية والفعالة في تقليل ضرر ملوحة ماء الري وزيادة تحمل النبات من خلال تحسين توزيع مسإمات التربة التي تزيد بدورها من قابلية مسك الماء والتهوية وتزيد من إفرازات الجذور مثل بعض الحوامض العضوية التي تخفض pH التربة وتقلل من التأثير الضار للأملاح في محلول التربة(El-Dardiry ,2007). كذلك للمخلفات العضوية دورا في سرعة غسل ايون الصوديوم وخفض نسبة ايون الصوديوم المتبادل والايصالية الكهربائية وكذلك تعمل على تعدّيل التوازن الغذائي في التربة التي يختل بوجود زيادة من ايونات معينة على حساب عناصر غذائية ضرورية وتحسين ظروف التهوية وحركة الاوكسجين لاحياء التربة فيزداد النشاط الحيوي وجاهزية العناصر الغذائية Walker and Lakhdar ; 2008,Bernal) وآخرون ,2010) .

من أجل الحصول على افضل مردود اقتصادي يجب أَنَ يتم اختيار محصول ملائم لظروف المنطقة والتربة وبنفس الوقت ذو أهمية اقتصادية وغذائية و يعدّ محصول الذرة الصفراء *Zea mays* L.من أهم محاصيل الحبوب تأتي بالمرتبة الثالثة بعد الحنطة والرز وقد اخذت اهميتها تزداد بسبب استنباط الهجن والاصناف التركيبية الغزيرة الانتاج وتستعمل في عدة مجالات مثلا كغذاء للإنسان وفي الوقود الحيوي وكعلف للحيوان ولا سيما في تغذية الابقار والدواجن وفي صناعات اخرى (اليونس ,1993 ; البياتي ,2013). الا أنه المساحات المزروعة متدنية لأأسباب عدة منها عدم اتباع اساليب زراعية مناسبة والاضافات غير المدروسة للأسمدة والاصابة بالأمراض التي تؤثر على الحبوب والحاصل البايولوجي (FAO , 2012).

تهدف الدراسة الحالية إلى: -

1. دراسة تأثير إضافة الأسمدة العضوية (مخلفات الاغنام) وسماد كبريتات البوتاسيوم وتداخلاتهما في صورة البوتاسيوم الجاهز في التربة خلال مراحل نمو النبات.

2. بيان تأثير استعمال الري بماء البزل المخلوط على بعض خواص التربة الكيميائية وعلى نمو وحاصل الذرة الصفراء ومقارنة ذلك باستخدام الري بماء جيد النوعية .

3. دراسة مقدار القوة التجهيزية للتربة من آيون البوتاسيوم باتباع الطريقة الثرموديناميكية .

2- مراجعة المصادر Literature Review

2-1: الترب الملحية

إن ارتفاع نسبة الملوحة في مياه الري تعمل على زيادة الضغط الازموزي في التربة ومحلولها وبالتالي تصبح كمية الماء الحر في المنطقة الجذرية أقل مما لو كان ماء الري ذو نسبة ملوحة اقل (Mass , 1986). تعدّ مشكلة الملوحة والترب الملحية من المشاكل الرئيسية التي تعيق الزراعة في معظم دول العالم كما أشار Abrol وآخرون (1988) .أن مشكلة الترب المتاثرة بالملوحة هي مشكلة شاملة وعالمية اذ تنتشر هذه الترب في اكثر بلدان العالم (Szabolcs ,1991) . ان حوالي اكثر من 90 % من مجموع الأراضي غير الصالحة للزراعة كانت بسبب مشكلة الملوحة وان (60 _ 70) % من أراضي وسط وجنوب العراق هي أراضي متاثرة بالاملاح (حمادي والخفاجي ,2000) . تعدّ مشكلة الملوحة من المشاكل الرئيسية التي أدت إلى تدهور الترب الزراعية وخروجها عن نطاق الزراعة حيث إن الترب المتأثرة بالملوحة يمكن تعريفها على أنها تلك الترب التي تكونت نتيجة تراكم نسبة عالية من الاملاح سهلة الذوبان في الماء حيث تؤثر هذه الاملاح في ضعف نمو المحاصيل وتدهور الترب وخروجها عن النطاق الزراعي (الخفاجي وآخرون ,2007 ; Qadir ,2001).

من جانب آخر فقد عرف Kielen و Tanji (2002) الملوحة على أنها خليط الكتروليتي من الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في محلول التربة فضلا عن وجود ايون النترات مع تراكيز قليلة جداً من البورون في الماء . اشارت بيانات FAO (2003) والمنظمة العربية للتنمية الزراعية (2009) أَن مشكلة الملوحة هي مشكلة عالمية وان العراق من بين البلدان التي تعاني من مشكلة الملوحة وان حوالي نصف مساحة أراضي العراق الزراعية هي أراضي متاثرة بالاملاح وخاصة المناطق الاروائية والتي تقع معظمها في وسط وجنوب العراق . وهنالك ميكانيكيات لها علاقة بالنباتات التي تروى بمياه ري و بتراكيز ملحية عالية والتي تتميز بعدم مقدرة النبات على امتصاص كميات كافية من المياه للقيام بعملياته الحيوية اللازمة لأكمال دورة حياته ولذلك يحدث عدم توازن في امتصاص المغذيات نتيجة زيادة تركيز عنصري الصوديوم والكلورايد وبالتالي يحدث تنافس

مع عناصر مغذية أخرى مثل النترات والبوتاسيوم و الكالسيوم (Yuncai وSchmidhaher , 2005).

بين Husby وآخرون (2006) أَن ملوحة التربة هي تراكم الايونات الموجبة والسالبة في محلول التربة ،ويعبر عن هذه التراكيز بوحدة ملغم لتر$^{-1}$ او غم لتر$^{-1}$ او مليمول لتر$^{-1}$ او ملي مكافئ لتر$^{-1}$ وغالبا مايعبر عنها بالايصالية الكهربائية (EC) وبوحدة ديسيسمنز م $^{-1}$ ،وعند درجة حرارة 25 درجة مئوية .

إن غالبية الترب الملحية أو المتأثرة بالملوحة تتكون نتيجة الاستعمال غير الصحيح للري وارتفاع منسوب المياه الأرضية وقلة عمليات الاستصلاح لهذه الاراضي وعدم وجود شبكات مبازل لمعالجة هذه الترب، وكذلك دور الانسان في سوء ادارة هذه الأراضي وعدم زراعتها باستمرار والافراط في عمليات الري مما جعل هذه الاراضي تتملح وتخرج من نطاق الترب الصالحة للزراعة (سعود وآخرون ,2009).

بين الوهيبي (2009) أن ملوحة التربة قُسمت إلى قسمين رئيسيين :- القسم الأول - يعتمد على المصادر الاصلية التي تكونت منها نتيجة تراكم الاملاح مع مرور الزمن بسبب عمليات تجوية الصخور اومادة الاصل الحاوية على الاملاح وخاصة كلوريدات الصوديوم والمغنيسيوم والكالسيوم وتسمى بالملوحة الأولية ,إما القسم الثاني للأملاح فيتكون نتيجة النقل والترسيب للاملاح عن طريق الرياح والمحيطات والامطار وتسمى هذه بالملوحة الثانوية. من جهه اخرى فأن Rengasamy(2011) عرفها على أنها كمية الاملاح الذائبة في محلول التربة والتي لها أثر سلبي على الانتاج الزراعي نتيجة انخفاض أنتاج المحاصيل المزروعة في تلك الترب وان التملح هي عملية تختلف في مدياتها وطبيعتها وخواصها حيث يعد محصول الذرة الصفراء من المحاصيل المتوسطة التحمل للملوحة فقد تحقق انتاج 100% عندما تكون ملوحة التربة 1.7 ديسيسمنز م$^{-1}$وملوحة مياه الري 1.1 ديسيسمنز م$^{-1}$.

بين حسن (2012) أن البصرة تواجه مشكلة الملوحة بصورة جدية وتعدّ من أكبر التحديات للقطاع الزراعي في الوقت الحاضر وانها تشغل مساحات واسعة وكبيرة في معظم أراضي هذه المحافظة ولاسيما قضاء الفاو وابي الخصيب وأصبحت اثارها السلبية في السنوات الأخيرة لاتقتصر على مناطق محدودة بل تشمل جميع أراضي المحافظة . كما وجد دقش والصادق (2013)

أن الاملاح الموجودة في التربة هي في الغالب عبارة عن خليط متكون من اتحاد الايونات السالبة (الكبريتات والكلوريدات وكربونات وبيكربونات) مع الايونات الموجبة(المغنيسيوم والكالسيوم و الصوديوم والبوتاسيوم) لكن لا تخلو من القليل من ايونات الفوسفات والسليكا والامونيوم والنترات والبورون ، وتوجد بعض هذه الاملاح في صورة ذائبة كالكلوريدات والنترات والكبريتات ، أن زيادة أي من هذه الاملاح عن الحدود الطبيعية يسبب حدوث خلل في الاتزان المائي الملحي في هذه الترب وبالتالي تدهور خواص التربة .

علل Qureshi وآخرون (2013) أن ظروف الري الزائد والبزل السيئ في المساحات المروية من العراق ساهم في ارتفاع مناسيب المياه الجوفية مما أدى إلى تدهور الأراضي بفعل الملوحة . ذكرعبود وسلمان (2014) أن الترب ذات الملوحة العالية في بعض مناطق العراق وخاصة في الوسط والجنوب قسمت إلى مجموعتين رئيسيتين - ترب السبخة وترب الشورة وممكن تعريف ترب السبخة بأنها تلك الترب ذات الملوحة الشديدة وتظهر بلون بني غامق وتكون لزجة لها القابلية على امتصاص الماء من الجو في الاوقات الرطبة بسبب تراكم الاملاح المتميئة وخاصة كلوريدات الكالسيوم ، إما ترب الشورة فهي اقل ملوحة من السبخة وتحتوي على قشرة ملحية بيضاء على السطح ويمكن أن يختلف اسباب تجمع الاملاح فيها ونوعها حيث اظهرت نتائج العديد من الدراسات ان هاتين التربتين لا يختلفان كثيراً من الناحية الكيميائية ومصادر الملوحة ولكن يختلفان من حيث مرحلة الملوحة ودرجة تطورها والظروف المائية لهذه التربة.ذكر Shrivastavaو Kumar (2015) ان مايعادل 20 % من الأراضي المروية التي تنتج ثلث غذاء العالم هي متاثرة بالملوحة .

إما مصادر ملوحة التربة فقد أجريت دراسات عديدة حول مصادر ملوحة الترب ومنها منظمة FAO (2017) وأشارت إلى ان معظم المياه على سطح الأرض تحتوي على بعض الايونات الموجبة والسالبة الذائبة فيها وبالاستخدام المتكرر لتلك المياه يزداد تركيز هذه الايونات وعند الري بتلك المياه والتي يتبخر جزء منها وجزء يستخدم من قبل النبات والمتبقي يغيض في جسم التربة ونتيجة لتلك العمليات تتجمع الايونات الذائبة في جسم التربة وتزداد ملوحة التربة وقد يزداد تراكيزها عن الحد الحرج ليتم تصنيف تلك الترب بالترب الملحية، لذلك يجب التخلص منها بعيداً عن المنطقة الجذرية وتحويلها نحو المبازل في الاراضي التي تتمتع بنظام ري وبزل متكامل

وفعال, وتوجد في التربة كميات كبيرة من الايونات الموجبة والسالبة وغيرها حيث تتعرض مادة الاصل إلى التجوية والتعرية لذلك تتواجد بشكل ايونات ذائبة في الطبقة العليا للقشرة الارضية.

وقد تنتقل المياه الحاوية على الاملاح نتيجة لحركة مياه البحر خلال الجوف الأرضي للمناطق المحاذية للبحار مثل الوديان والمناطق الساحلية المنخفضة أو تنتقل على شكل رذاذ من مصادرها إلى الاراضي المحاذية بواسطة الرياح وعن طريق سلسلة عمليات نقل تصل إلى مياه الانهار ليزداد تركيزها. ان إضافة الاسمدة بشكل مستمر وبطرق غير علمية كان تكون زائدة عن حاجة النبات أو طريقة الإضافة الغير مناسبة تؤدي إلى فقدان جزء كبير من تلك الأسمدة إما في محلول التربة بعيداً عن المنطقة الجذرية أو تسربه إلى الماء الارضي وبالتالي يؤدي إلى تملح تلك الترب.

2-2 : ملوحة ماء الري Irrigation Water Salinity

بين الزبيدي (1989) أَن ماء الري اهم الموارد الطبيعية والاساسية للكثير من بلدان العالم وخاصة تلك التي في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي يكون اعتمادها على الزراعة الاروائية بشكل أساسي حيث تعدّ نوعية مياه الري المتوفرة فيها من المؤشرات التي يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار عند التخطيط لاستخدام هذه الموارد في المجالات الزراعية . كما بين Munns (2002) أَن مصادر مياه الري التقليدية ذات النوعية الجيدة شحيحة في المناطق الجافة وشبه الجافة وتملح التربة والمياه هو اكبر عائق يواجه زراعة المحاصيل .واشار شكري (2002) إلى أَن زيادة ملوحة مياه الري تؤدي إلى زيادة ملوحة التربة بمقدار (1.3) مرة في التربة المزيجة والطينية الغرينية وبمقدار (1.2) مرة في التربة الرملية المزيجة . كما أوضح Vill-acastorena وآخرون (2003) انه نتيجة لزيادة التنافس بين الاستهلاك المائي للاستخدإمات البشرية والصناعية بالإضافة إلى زيادة الطلب على المياه للأغراض الزراعية وخصوصا في المناطق الجافة وشبه الجافة , اصبح استعمال مياه رديئة النوعية امر لابد منه لتعويض النقص الحاد في المياه ولكن استخدام هذه النوعية من المياه مضافا إلى الممارسات الزراعية الأخرى كالتسميد وارتفاع مستوى الماء الأرضي وعدم كفاية الغسل وارتفاع التبخر _ نتح وسوء الإدارة والنقص في إدارة عمليات الري والبزل تسبب نقص في الأراضي الملائمة للزراعة وهي عوامل أساسية ورئيسية في زيادة تملح التربة . بين الجنابي وعاتي (2004) أَن عدم اتباع سياسة ري تتفق مع المقنن المائي للمحصول وإضافة المياه

بشكل مفرط من شانه ان يضيف كميات إضافية من الاملاح التي تتراكم بدورها في التربة . تعدّ مشكلة ملوحة ماء الري من المشاكل المؤدية إلى الانخفاض في الإنتاج الزراعي حيث ازدادت في السنوات الأخيرة في العالم عامة والعراق بصورة خاصة وهذا يرجع إلى أسباب منها الجفاف وقلة مصادر المياه العذبة بسبب النقص الكبير والواضح من مناسيب نهري دجلة والفرات (كبة ,2008)

بين Grismer وBali (2015) سبب انخفاض موارد المياه من حيث تاثير الجودة والكم فإن الاتجاه نحو إعادة استخدام المياه المالحة للري وخاصة تحت ظروف الشحة اثناء الجفاف . كذلك يعتقد بعض الباحثين انه عند استعمال المياه المالحة لأغراض الري لاداعي للخوف من الزيادة الوقتية لملوحة التربة مادام بالإمكان السيطرة عليها باستخدام بزل طبيعي او صناعي للتربة وإدارة الري ونفاذية جيدة للتربة وكذلك استخدام متطلبات الغسل , اذ بمعنى يمكن استخدام المياه المالحة لغرض الري مع إدارة مناسبة للمياه والمحاصيل والتربة (Van Hoorn وآخرون ,2018) .

2-2-1: استعمال مياه الري

بين العوضي وآخرون (2008) أَن هناك برامج توعوية للتنمية الزراعية في هذه النظم تهدف إلى فوائد ملموسة أهمها ترشيد استخدام مياه الري وتقنينها للحصول على انتاجية ثابتة وعالية. لذا كان التوجه باستعمال نظم ري حديثة لغرض استخدامها في المناطق الجافة وشبه الجافة لكون المياه في هذه المناطق تعدّ عاملاً محدداً (سليمان ,2014). كما بين Klob (2015) أَن نظام أدارة المياه من التطبيقات الضرورية في المناطق الجافة وشبه الجافة لغرض تحسين الانتاج وزيادة الغلة للمحاصيل الزراعية والاستعمال الامثل للأراضي والموارد المائية وتطوير الزراعة المعتمدة على مياه الري وذلك لتحقيق زيادة كبيرة في الانتاج الغذائي، بالإضافة إلى أَن تحسين اداء عمل نظم الري الحالية وكذلك التوسع بالمناطق المروية يمكن ان تلبي زيادة الطلب على الانتاج الغذائي لذلك فأن تطوير انظمة الري الحديثة هو لتحقيق الاستعمال الافضل للمياه لكي نعزز انتاجية المحصول واستدامته . وتهدف عملية الري إلى التحكم بالمياه وطريقة استعمالها للحصول على الغذاء والاعلاف بصورة مثالية وهي مهارة في استعمال وتوظيف المصادر الطبيعية لمد المحاصيل بحاجتها المائية ، إذ تعتمد كميات المياه اللازمة ومواعيد الري من خلال الاعتماد على ظروف المناخ السائد ونوع المحصول وكذلك درجة نموه (Shah وآخرون ,2019).

وسعى الباحثون والمزارعون لتحسين الغلة ولتخفيف اثار الجفاف والحد من الطلب الزائد للموارد المائية من طريق اتباع ادارة جيدة في الحقل للتحكم بالمياه بإضافة مياه الري ومراقبة محتوى التوزيع المائي في منطقة الرايزوسفير (Chen وآخرون ,2021). أشارBogarid وآخرون (2021) إلى ضرورة أدارة المياه و مراعاة تغيرات المناخ وتقلباته ، مع ضمان المردود الزراعي وتحقيق العدالة الاجتماعية والتنمية الريفية وحماية النظام البيئي الزراعي و زيادة كفاءة استعمال المياه في الزراعة .

2- 3: المخلفات العضوية وأهمية أضافتها

تُعرفَ الاسمدة العضوية بأنها مواد ناتجة من الفضلات وبقايا النباتات والمخلفات الحيوانية وهي غنية بالماء والمركبات الكاربونية وإن قيمة هذه الأسمدة لا تقدر فقط بمحتواها من العناصر الغذائية ولكن تعتمد على مستوى جاهزية هذه العناصر للنبات (Mengl وkirkbly ,1982) . كما تشمل الاسمدة العضوية السماد الحيواني والمخلفات الحيوانية السائلة ومخلفات الطيور والمخلفات المخمرة والاسمدة الخضراء وأَن الأسمدة العضوية يمكن أنتاجها داخل المزرعة مثل السماد الأخضر (Yagodin , 1984).

أن المخلفات العضوية تتضمن مخلفات ذات أصل نباتي أو حيواني بدرجات مختلفة من التحلل تضاف للتربة بهدف تجهيز النبات بالعناصر الغذائية وتحسين صفات التربة الفيزيائية وتشمل مخلفات حيوانية وبقايا نباتية وبقايا صناعة الاخشاب والمخلفات الصناعية مثل مخلفات معامل الورق والسكر ومخلفات المدن الصلبة ومخلفات معامل الصناعات الغذائية (Prased و Power ,1997). وفي دراسة اجراها Lloreras وآخرون (2001) على محصول الحنطة وجد أَن إضافة المواد العضوية وتوفير كمية كافية من النتروجين في منطقة الجذور أدى إلى تحسين النمو وزيادة طول السنبلة . كما وجد السلماني وعباس (2003) عند استعمال ثلاثة مستويات من سماد مخلفات الاغنام (50,0, 100) طن هـ$^{-1}$ المضافة إلى محصول الطماطة المزروعة في اصص أن المستوى 100 طن هـ$^{-1}$ أدى إلى زيادة معنوية في كمية النتروجين والبوتاسيوم الجاهزين في التربة مع مراحل نمو المحصول قياساً مع معاملة المقارنة. كما بين البلداوي (2006) أن إضافة سماد الاغنام بمعدل 12 طن هـ$^{-1}$ إلى التربة ادى إلى زيادة معنوية في طول العرنوص ووزن

العرنوص وعدد الحبوب في العرنوص وحاصل الحبوب ولم يؤثر معنويا في عدد العرانيص في النبات ووزن 1000 حبة.

أشار Khattak و Muhammad (2006) أَن إضافة الاحماض العضوية إلى هكتار يؤدي إلى زيادة الإنتاج اكثر من 20 % لنباتات الحنطة والذرة والقطن .اوضح Lal (2006) في دراسة اخرى ان المخلفات النباتية والحيوانية المتحللة هي المصدر الاساسي للأسمدة العضوية والتي تمر بمراحل تحلل هوائي ولا هوائي حتى نستطيع أن نطلق عليها بالأسمدة العضوية وأيضا يجب أن تتصف ببعض الصفات مثل اختفاء معالم مادة الأصل سواء كانت نباتية أوحيوانية وتحول مركباتها المعقدة إلى مركبات أبسط يمكن للنبات الاستفادة منها وكذلك خفض نسبة C/N، إما اهميتها فأنها تزيد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية وزيادة نشاط الاحياء المجهرية وزيادة نسبة الكاربون في التربة وتزيد من سعة التبادل الأيوني للتربة المضاف لها تلك الأسمدة . أشارت بعض الدراسات إلى التداخل بين السماد العضوي والبوتاسي وتأثيره في نمو وانتاج النبات ومنها الدراسة التي قام بها عبد الرسول (2007) حيث درس فيها التداخل بين السماد العضوي (مخلفات الاغنام) وسماد كبريتات البوتاسيوم، إذ استعمل ثلاثة مستويات من السماد العضوي (0 , 60 ,120) طن هـ$^{-1}$ وثلاثة مستويات من سماد كبريتات البوتاسيوم (0 , 160 ,320) كغم K هـ$^{-1}$ ، وقد بينت النتائج أَن هناك تأثيراً ايجابيا للتداخل بين السماد العضوي والبوتاسي في زيادة البوتاسيوم الذائب والمتبادل وكذلك زيادة حاصل درنات البطاطا . كما بين Akande وآخرون (2008) أن إضافة سماد مخلفات الابقار بأربعة مستويات (1, 2 ، 3 ,4) طن هـ$^{-1}$ مع الصخر الفوسفاتي إلى محصول الذرة الصفراء بين أن المستوى 4 طن هـ$^{-1}$ ادى إلى زيادة في حاصل الحبوب وارتفاع النبات والمساحة الورقية مقارنة بمعاملة الصخر الفوسفاتي في الموسم 2002 وفي الموسم 2003 أيضا كانت هناك زيادة في حاصل الحبوب وارتفاع النبات والمساحة الورقية مقارنة بمعاملة الصخر الفوسفاتي .

بين Rasool وآخرون (2008) زيادة للمادة الجافة لنبات الذرة الصفراء من 13.6 إلى 26.7 طن هـ$^{-1}$ وأن سبب هذه الزيادة هوالمخلفات الحيوانية التي أدت إلى تحسين الصفات الفيزيائية للتربة وتزويد النبات بالعناصر الغذائية الضرورية والتي سببت في زيادة الحاصل . في دراسة اخرى قام بها عبد الرسول و آخرون (2009) وجدوا عند اضافتهم ثلاثة مستويات من سماد

مخلفات الاغنام (0, 60 , 120) طن هـ$^{-1}$ إلى محصول البطاطا أن المستوى 60 طن هـ$^{-1}$ أدى إلى زيادة الحاصل قياساً معاملة المقارنة.

بينت دراسة Kandil و Gad (2010) تأثير التسميد المعدني والعضوي في محصول الطماطة فقد وجد ان إضافة 276.19 كغم هـ$^{-1}$ سوبر فوسفات و 357.14 كغم هـ$^{-1}$ كبريتات الأمونيوم و238.09 كغم هـ$^{-1}$ كبريتات البوتاسيوم وسماد مخلفات الابقار بمستوى 47.61 طن هـ$^{-1}$، أذ أن التسميد العضوي تفوق معنوياً على التسميد المعدني في صفة ارتفاع النبات وقطر الساق وعمق الجذر مقارنة بالتسميد المعدني بينما لم تتأثر صفة عدد الفروع وعدد الاوراق والمساحة الورقية. كما وجد ياسين وآخرون (2010) عند اضافتهم سماد مخلفات الاغنام بمقدار 20 طن هـ$^{-1}$ إلى تربة مزيجة طينية أن سماد مخلفات الاغنام ادى إلى زيادة معنوية في قيمة النتروجين الجاهز في التربة بالقياس إلى معاملة المقارنة وزيادة معنوية في قيمة الفسفور الجاهز في التربة بينما كانت الزيادة غير معنوية في قيمة البوتاسيوم الجاهز في التربة . أشار Lakhdar وآخرون (2010) و Mahdy (2011) ان إضافة المخلفات العضوية إلى الترب الملحية حسن من ظروف غسل الاملاح وايون الصوديوم بسبب خفض الكثافة الظاهرية للتربة وزيادة المسامية وتحسين البناء , حيث حصلوا على انخفاض اكثر من 50 % عند استخدام المخلفات العضوية .وفي دراسة أخرى أوضحت زيادة غلة المحصول نتيجة إضافة تلك الاسمدة بالإضافة لتوفيرها للعناصر الغذائية للنبات بكميات مناسبة ولجميع مراحل النمو Diacono و (Montemurro, 2010).

بين المالكي (2010) من خلال النتائج التي توصل اليها عند استخدامه مخلفات الاغنام المخمرة وغير المخمرة والدواجن والابقار أنها قد أدت إلى انخفاض معنوي في درجة تفاعل التربة المضاف لها تلك المخلفات بالمقارنة مع معاملة المقارنة، وعزا سبب هذا الانخفاض إلى تحرر غاز ثنائي أوكسيد الكاربون وبعض الاحماض العضوية والمعدنية نتيجة تحلل تلك المخلفات بالتربة.

اشار Shahryari وآخرون (2011) أَن رش نوعين من الحوامض الدباليةعلى محصول الذرة الصفراء أدى إلى زيادة ارتفاع النبات وقطر الساق وحاصل الحبوب . كما أشار Islam و Munda (2012) إلى ان إضافة الحوامض العضوية للتربة او رشا على الأوراق أدى إلى تراكم عنصر الفسفور والبوتاسيوم في أوراق الذرة الصفراء .كذلك اوصى Yan وآخرون (2015) بضرورة استخدام الاسمدة العضوية لتقليل تأثير ملوحة التربة او الري بالمياه المالحة والمحافظة على حيوية احياء التربة وزيادة قابليتها على مقاومة التأثير الملحي .أن الكثير من الأبحاث أوصت

بإضافة البقايا النباتية مع المخلفات الحيوانية في عملية التخمير لزيادة كفاءة هذه العملية وذلك لكون المخلفات الحيوانية تحتوي على النتروجين بنسبة عالية وانخفاض الكاربون فيها فلذلك تم خلطها مع البقايا النباتية للحصول على نسبة C/N مناسب وزيادة ثباتية السماد العضوي (Silva و Bras 2016,) . أشارت النتائج التي توصل اليها الجميلي (2016) عند اضافته الاحماض العضوية على محصول الشعير إلى وجود تأثيرات معنوية لجميع طرق الإضافة لمتوسط ارتفاع النبات وحاصل القش ٍ قياسا مع معاملة المقارنة . اوضح SharmaوChetani (2017) أن الاسمدة العضوية هي عبارة عن مجموعة من المخلفات الناتجة من البقايا النباتية او الحيوانية التي تكون بدرجات مختلفة من التحلل بفعل نشاط الاحياء المجهرية والتي تؤدي دورا مهما في تحسين خصائص التربة عند أضافتها لها فضلا عن أنها تعدّ وسطاً جيداً لنمو وتكاثر الاحياء المجهرية وهي أسمدة صديقة للبيئة. أن الاستخدام المفرط للأسمدة المعدنية سبب تأثيرات سلبية على البيئة وتلوث التربة والماء فضلاً عن تكاليفها العالية (Neina, 2019). مما يؤثر على التنوع الميكروبي للتربة لذلك تم التوجه لاستعمال الاسمدة العضوية بهدف التقليل من مشاكل التلوث والعمل على تحسين خصائص التربة الفيزيائية والكيمائية والحيوية بحسب ماتوصل اليه Chukwuka وآخرون (2020) .

4-2 :البوتاسيوم في التربة

يدخل البوتاسيوم في التركيب المعدني لمعادن التربة الأولية مثل الفلدسبار والمايكا وفي المعادن الثانوية مثل الالايت والفيرمكيولايت والكلورايت و ينطلق البوتاسيوم من هذه المعادن عن طريق التجوية بشكل اساسي إذ أَن قوة التجوية تحدد بدرجة كبيرة من محتوى البوتاسيوم من المعادن الحاملة له . و يقدر محتوى البوتاسيوم في القشرة الارضية بحوالي 21000 ملغم كغم$^{-1}$ تربة ومعدل ما تحويه الاراضي الزراعية حوالي 1500 ملغم كغم$^{-1}$ تربة وعادة ما يكون محتوى البوتاسيوم في الصخور النارية أقل من الصخور الرسوبية (Sposito, 1989). بين (1992) Darsأن البوتاسيوم يأتي بالمرتبة السابعة من حيث انتشاره في القشرة الأرضية حيث يأتي بعد السليكون والالمنيوم والحديد و الكالسيوم والصوديوم والمغنيسيوم . وأشار Schneider (1997) أن تركيز البوتاسيوم الموجود في التربة والقوة التنظيمية له تتأثر بوجود تركيز ايونات الكالسيوم الموجودة في محلول التربة .كما ذكر نسيم (2005) و Stanley (2005)ان البوتاسيوم يقدر في الطبيعة بحوالي 2.6% من مكونات القشرة الأرضية وممكن أن يكون متحداً مع عناصر اخرى مثل الاوكسجين على هيئه K_2O . وتمتاز الترب الطينية والغرينية بأنها ذات محتوى جيد من البوتاسيوم

قياساً بالترب الخشنة النسجة الرملية الا أن وجود البوتاسيوم في الترب الرملية في محلول التربة أكبر من الترب الطينية بسبب تثبيت وامتزاز البوتاسيوم على اسطح حبيبات الطين في الترب العالية المحتوى من الطين هذا ما ذكره الصعيدي (2005) . لذلك يعد البوتاسيوم من العناصر الثمانية الأكثر شيوعاً في القشرة الارضية ولكنه لا يوجد بصورة ايون البوتاسيوم K^+ في مكونات القشرة الارضية وانما يوجد متحدا مع ايونات اخرى وصور معدنية أخرى (EL-mehdi, 1990 2000 ; Sparks, ;حسين ,2007) . بين Goli - Kalanpn وآخرون (2008) أن نوع المعدن هو العامل الاكثر أهمية في تثبيت البوتاسيوم في التربة حيث وضح المقدرة التثبيتية للمعادن الطينية من نوع 1:2 كانت كما يأتي:

(Smectite < Illite < Vermiculite)

وبين النعيمي (1999) و Havlin وآخرون (2005) أن البوتاسيوم يختلف حسب صيغ توفره في التربة باختلاف مواقع ارتباطه بدقائق التربة وهي ثلاثة مواقع:

1- بوتاسيوم السطوح الخارجية :Planer(p-position)- يمتاز بقوة ارتباطه الضعيفة[2.2 (ملي مول /لتر)$^{0.5}$] على السطوح الخارجية مما يجعله جاهز فضلا عن ذلك يعّد مصدرا مباشرا للبوتاسيوم الذائب.

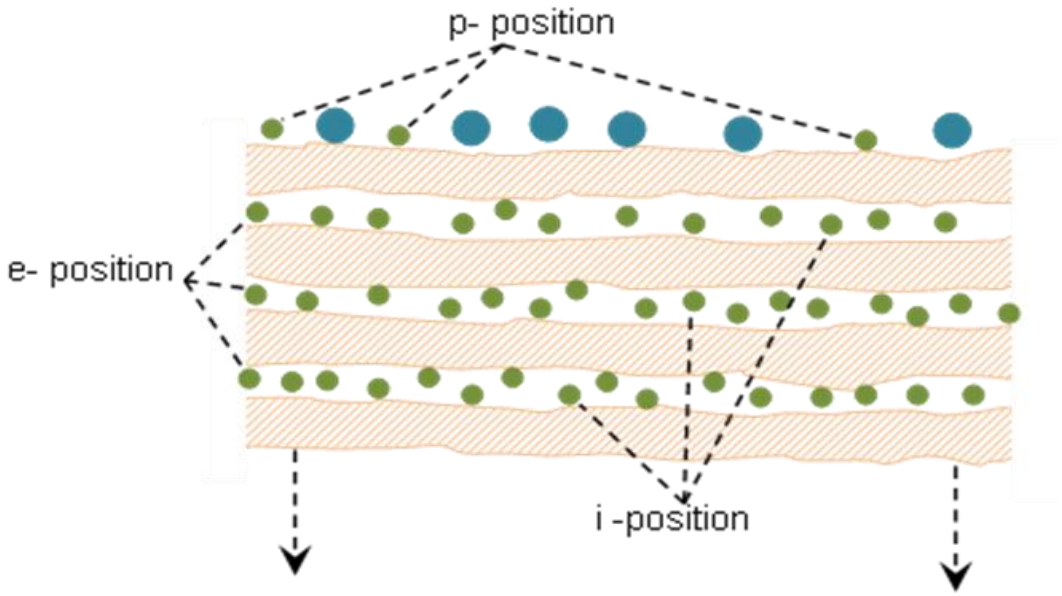
2- بوتاسيوم الحواف للمعادن : Edge (E- position)- مرتبط مع الحواف المعدنية التي تتواجد في معادن الطين 1:2 بقوة ارتباط [102 (ملي مول /لتر) $^{0.5}$] تسمح له بالتحرر ببطء لذلك فإنَ مساهمته قليلة جداً في تجهيز محلول التربة ويعبر عنه بالبوتاسيوم المتبادل .

3- بوتاسيوم ما بين الطبقات المعدنية :Inter lattice (I-position)

يكون مرتبط بمواقع ما بين طبقات معادن الطين نوع 1:2 بقوة ارتباط عالية جداً [لانهائي(ملي مول /لتر)$^{0.5}$] على وإن قابلية البوتاسيوم على التحرر من هذه المواقع قليلة جداً ويعبر عنه بالبوتاسيوم غير المتبادل .

يوضح الشكل رقم (1) مواقع ارتباط البوتاسيوم بالمعادن الطينية 1:2 (المايكا، الفيرميكيولايت) (Havlin وآخرون، 2005) .

وقد جرت العديد من الدراسات على الترب العراقية حول حالة البوتاسيوم ومنها الدراسة التي قام بها الزيدي (2017) وبينت تلك الدراسات أن الترب العراقية تمتلك خزين جيد من البوتاسيوم وخصوصاً في المناطق الجافة وشبه الجافة إلا ان سرعة تحرر البوتاسيوم تكون بطيئة وربما لا تكفي لسد حاجة العديد من المحاصيل اثناء فترة النمو.



شكل 1: مواقع ارتباط البوتاسيوم بالمعادن الطينية(1:2)

1-5-2 الصيغ الكيميائية للبوتاسيوم في التربة

أشار Pettygrove وآخرون (2011) و علي و آخرون (2014) إلى أنه يمكن تقسيم بوتاسيوم التربة من الناحية الكيميائية إلى اربع صيغ :

1- البوتاسيوم الذائب Soluble Potassium

2- البوتاسيوم المتبادل Exchangeable Potassium

3- البوتاسيوم غير المتبادل Non - Exchangeable Potassium

4- البوتاسيوم المعدني والكلي Mineral and Total Potassium

1- البوتاسيوم الذائب

أشارAL-Zubadi وآخرون (2003) إلى أَن قيم البوتاسيوم الذائب في الترب العراقية تتراوح مابين 0.01 – 0.6 سنتيمول كغم $^{-1}$ وارتبطت ارتباط معنويا موجبا مع كل من تركيز الكلورايد و الصوديوم والايصالية الكهربائية وكاربونات الكالسيوم ارتباط معنويا سالبا مع كل من النسبة المئوية للطين والسعة التبادلية للايونات الموجبة . من اكثر الاسباب التي تحدد تركيزه في محلول التربة هي كمية البوتاسيوم المتبادل والمحتوى الرطوبي للتربة ودرجة تفاعل التربة (pH)ونوع وتركيز الايونات الموجبة في المحلول ومعادن الكاربونات في التربة (السامرائي ,2005) . وأشار مهمداني (2008) إلى أن كمية البوتاسيوم المتواجدة بصورة ذائبة في محلول التربة وتحت ظروف الرطوبة الحقلية وغير ممتز على أسطح الغرويات يمتاز بسهولة امتصاصه من قبل الجذور النباتية وتكون كميته ضئيلة ويعَد من أكثر الصور تعرضاً إلى الفقد بسبب عمليات الغسل .

عرف السماك (2009) أَن البوتاسيوم الذائب هو الجزء الأكثر تيسرا في التربة وتعتمد كميته على السعة التنظيمية لمعادن الطين او القابلية على تعويض البوتاسيوم من الأجزاء الأخرى وتتراوح قيمته في الترب العراقية (0.001-0.22) سنتيمول كغم $^{-1}$ تربة أو (0.39 -89.0) ملغم كغم $^{-1}$ تربة (ppm) وهذه القيمة تشكل 0.1 - 2 % من البوتاسيوم الكلي بالتربة وهذه الكمية قليلة لاتسد الاحتياجات المطلوبة من أي نبات مزروع وهناك عوامل تؤثرعلى هذه الكمية منها :

أ- كمية البوتاسيوم المتبادل
ب- محتوى التربة الرطوبي
ت- نوع معادن الطين وكميتها
ث- تركيز الايونات الأخرى
ج- شدة الغسل
ح- محتوى التربة من الاحياء الدقيقة

2- البوتاسيوم المتبادل

يعدّ البوتاسيوم المتبادل الصورة الثانية المهمة من حيث الجاهزية بعد الذائب فقد أوضح Sparks (1980) أَن المقصود بالبوتاسيوم المتبادل هو الصيغة الممسوكة على اسطح التبادل

الذي يتحرر إلى الطور السائل من خلال عملية التبادل الايوني تدعى بتفاعل عكس الامتزاز (Desorption)وان نوع التفاعل بين محلول التربة وطور التبادل يتصف بانه تلقائي وان حركيات التبادل في الترب تعتمد على نوع المعادن الموجودة وشحنة الايون والايونات المنافسة على معقد التبادل وكذلك الالفة الإلكترونية وطاقة المسك.

بين الربيعي (1995) عند دراسته صور البوتاسيوم في 28 عينة تربة في مناطق مختلفة من العراق أن قيم البوتاسيوم المتبادل كانت بحدود (0.2-1.6) سنتيمول كغم$^{-1}$. بينما اوضح الشيخلي (2000) في دراسة التي قام بها لصور البوتاسيوم لبعض ترب السهل الرسوبي ان محتوى البوتاسيوم المتبادل تراوحت بين (0.086 - 0.752) سنتيمول كغم$^{-1}$، وكانت اعلى قيمة له في الافق العليا AP وأوطأ القيم في الافق C1 ولاحظ ان تركيز البوتاسيوم المتبادل والمستخلص من الترب ذات النسجات الناعمة تتفوق على نسبة المستخلصة من الترب ذات النسجات الخشنة، وقد توصل أيضاً إلى وجود علاقة معنوية بين تركيز البوتاسيوم المتبادل ونسب المعادن الحاملة للبوتاسيوم.

توافقت دراسة العالم Chien (2000) مع الدراسة السابقة من ان كمية البوتاسيوم الجاهز يكون اعلى في الطبقة السطحية واقل في الطبقة تحت السطحية وعزى ذلك إلى ارتباط البوتاسيوم بوجود المادة العضوية في الطبقة السطحية. بينما اشار السامرائي (2005) في دراسة قام بها ان قيم البوتاسيوم المتبادل في ترب الدراسة الواقعة في محافظة بغداد وخصوصا في منطقة الراشدية كانت تتراوح بين (1.42-1.53) سنتيمول كغم $^{-1}$.

اوضح المهمداني (2008) في دراسته لترب شمال العراق ان تركيز البوتاسيوم المتبادل تراوح بين(0.93 - 2.67) سنتيمول كغم $^{-1}$ فى مفصولات الطين الناعم , بينما (0.87 – 2.65) سنتيمول كغم$^{-1}$ في مفصولات الطين الخشن, ويعود السبب في ارتفاع هذه القيم إلى المساحة السطحية النوعية العالية للطين مقارنة مع المساحة السطحية النوعية لبقية مفصولات التربة الأخرى, و لا حظ أيضاً أن كمية البوتاسيوم المتبادل تتناسب طردياً مع السعة التبادلية الكاتيونية وعكسياً مع نسبة معادن الكاربونات. إما السماك (2009) فقد عرف البوتاسيوم المتبادل هو البوتاسيوم المنجذب على سطح غرويات التربة التي تحمل الشحنات المضادة ويمكن استخلاصه بواسطة خلات الامونيوم ، تبلغ كميته في الترب العراقية (0.08 – 3.0) سنتيمول كغم $^{-1}$تربة او (31.2 – 1170) ملغم كغم $^{-1}$ وهذه القيمة تشكل (1 - 10) % من البوتاسيوم الكلي وترتبط هذه الصورة بحالة اتزان سريع مع الصورة الذائبة , قد يصعب عزل الصورتين عن بعضهما حتى اثناء

التقدير الكمي وتعتمد على التركيب المعدني للتربة والمحتوى الرطوبي وظروف التجوية والغسل وعدد مواقع التبادل وتراكيز الايونات الأخرى .

اوضح الزبيدي (2010) إن قيمة البوتاسيوم المتبادل كمعدل 0.478 سنتيمول كغم$^{-1}$ عند دراسته تأثير السماد البوتاسي والعضوي في جاهزية البوتاسيوم . وذكر القيسي (2013) عند دراسته البوتاسيوم في منطقة الفرات الاوسط ان قيمة البوتاسيوم المتبادل كانت بين (0.46 - 1.22) سنتيمول كغم $^{-1}$. واشار الزيدي (2017) عند دراسته لطبيعة تأين السماد البوتاسي والعضوي في عينات التربة في ناحية الدغارة في محافظة القادسية كانت كمية البوتاسيوم المتبادل كمعدل (0.599)سنتيمول كغم$^{-1}$

وتوصل محمود (2018) في دراسته لتقييم جاهزية البوتاسيوم في الترب الملحية باستعمال بعض المعايير الثرموديناميكية وبعض معادلات التبادل الايوني لستة مواقع تابعة لوزارة الزراعة في ست محافظات (كربلاء المقدسة / بابل /القادسية /واسط/ ذي قار / البصرة) ان قيم البوتاسيوم المتبادل كانت بين (0.298 – 1.163) سنتيمول كغم$^{-1}$.

لاحظ مجيد في دراسته (2020) لصور البوتاسيوم المتبادل في مرحلتين: الأولى خلال مرحلة النمو الخضري والثانية خلال مرحلة نضج المحصول، حيث لوحظ انخفاض مستوى البوتاسيوم المتبادل ولجميع المعاملات خلال هذه المرحلة بالمقارنة مع مرحلة النمو الخضري، وكذلك ادت إضافة السماد العضوي في هذه الدراسة إلى زيادة معنوية لكمية البوتاسيوم المتبادل.

3- البوتاسيوم غير المتبادل

عرف البوتاسيوم الغير متبادل من قبل Sparks (1980) بانه الصيغة التي تكون ممسوكة بين شحنات الطبقات الداخلية السالبة للمعادن ودقائق الطين وبذلك يتم احتجاز ايونات البوتاسيوم ما بين طبقات المعادن ودقائق الطين وبين اهم خصائص التربة التي تؤثر في محتوى الترب من البوتاسيوم غير المتبادل هي المحتوى المائي للتربة ونوع معادن الاطيان وكميتها ودرجة الحرارة ونسجه التربة والايونات المنافسة للبوتاسيوم في التربة ودرجة تفاعل التربةpH ويصنف على انه يشمل الصورة البطيئة التحرر والمتوسطة التحرر, تشكل هذه الصورة 90 -98 % من البوتاسيوم الكلي ,هناك علاقة وثيقة بين البوتاسيوم المتبادل والبوتاسيوم غير متبادل تعتمد على حالة الاتزان الكيميائي التي تحدد السلوك الكيميائي لصور البوتاسيوم وجاهزيته في التربة ولايمكن النظر إلى

الصورة الغير متبادلة بانها غير جاهزة للنبات . من جانب اخر بين Sparks وآخرون (1980 ab) أن البوتاسيوم غير المتبادل هو الصيغة التي تكون ممسوكة بقوى الكتروستاتيكية – قوى فاندروالز الناتجة من شحنات الطبقات الداخلية السالبة للمعادن إذ يتم احتجاز ايونات البوتاسيوم بين طبقات المعادن لاسيما وان حجمه يناسب حجم الفراغ الناتج من ترتيب ذرات الاوكسجين فيصنف على انه متوسط إلى صعب الجاهزية اعتمادا على محتوى التربة من البوتاسيوم الذائب والمتبادل الذي يكون في حالة اتزان كيميائي مع البوتاسيوم غير المتبادل .

أشار التميمي (1988) عند دراسته لترب جنوب العراق ومحتواها من البوتاسيوم غير المتبادل حيث كان يتراوح بين (0.94 – 1.55) سنتيمول كغم$^{-1}$.كما اشار الربيعي (1995) في دراسة قام بها لقياس كمية البوتاسيوم غير المتبادل في 28 عينة تربة مختلفة تراوحت بين - 9.5) (2.9سنتيمول كغم $^{-1}$.كذلك توصل الشيخلي (2000) في دراسته لبعض ترب السهل الرسوبي ان قيم البوتاسيوم غير المتبادل بين (0.90 – 2.36)سنتيمول كغم $^{-1}$ومحتوى الافاق العليا اعلى من الافاق السفلى في بيدونات الدراسة. توصل العبيدي وآخرون (2003) عند دراسة لقيم البوتاسيوم غير المتبادل انها تراوحت (0.91 - 2.70) سنتيمول كغم$^{-1}$ في بعض ترب محافظة نينوى. بينما أشارالسامرائي (2005) في دراسته لبعض الترب العراقية آن كمية البوتاسيوم الغير متبادل تراوحت بين (1.70 – 1.86) سنتيمول كغم $^{-1}$. كما توصل عبد الرسول (2007) عند دراسته لبعض الترب الرسوبية ذات نسجة مزيجة غرينية الواقعة في محافظة ديإلى ان اعلى قيمة للبوتاسيوم غير المتبادل بلغت كمعدل (0.29) سنتيمول كغم $^{-1}$. كما اشار السماك (1988) إلى إمكانية او قدرة النبات على امتصاص كمية من البوتاسيوم المثبت بين الطبقات اذا كان تركيز البوتاسيوم في محلول التربة بحدود (10) مايكرومول لتر$^{-1}$.

وفي دراسة قام بها السماك (2009) للترب الصحراوية الواقعة بين النجف وكربلاء ان البوتاسيوم غير المتبادل كان يتراوح بين (0.64 – 0.75) سنتيمول كغم $^{-1}$. إما الزبيدي(2010) توصل عند دراسته لصور البوتاسيوم المختلفة الواقعة في ابو غريب فكانت قيمة البوتاسيوم غير المتبادل لتربة ذات نسجة مزيجية طينية غرينية بلغت (2.01) سنتيمول كغم $^{-1}$. كذلك توصل البياتي وآخرون (2011) إلى أن قيم البوتاسيوم غير المتبادل تراوحت بين(0.33-0.88) سنتيمول كغم$^{-1}$ في ترب الدراسة الواقعة في غرب العراق .

درس الشمري (2013) صور البوتاسيوم المختلفة في بعض ترب السهل الرسوبي فوجدقيمة البوتاسيوم غير المتبادل (0.63 - 2.40) سنتيمول كغم $^{-1}$.بينما أوضح محمود (2018) في دراسته لتقييم جاهزية البوتاسيوم في الترب الملحية باستعمال بعض المعايير الثرموديناميكية وبعض معادلات التبادل الأيوني لستة مواقع تابعة لوزارة الزراعة في ست محافظات (كربلاء المقدسة، بابل, واسط ،القادسية ، ذي قار,البصرة) وقد بلغت قيم البوتاسيوم غير المتبادل (1.349 -2.864) سنتيمول كغم $^{-1}$.كما توصل مجيد (2020) إلى أن قيم البوتاسيوم غير المتبادل بلغت اعلى معدل لها 124.7×10^{-2} سنتيمول كغم $^{-1}$ عند المستوى 200 كغم هـ $^{-1}$ خلال مرحلة نضج المحصول لنبات الذرة الصفراء . وبين الذهيباوي (2021) أن قيم البوتاسيوم غير المتبادل تراوحت بين $(87.52 \times 10^{-2} - 61.88 \times 10^{-2})$ سنتيمول كغم $^{-1}$ عند دراسته لصور البوتاسيوم في التربة خلال مرحلتي النمو الخضري ونضج المحصول.

4- البوتاسيوم المعدني والكلي

عرف Mclean و Munn (1975) البوتاسيوم المعدني بانه البوتاسيوم الداخل ضمن التركيب المعدني لمعادن التربة المختلفة وهو الجزء المكمل للمعادن الأولية كالمايكا والفلدسبار والمعادن الثانوية كالالايت والفيرمكيولايت ويتحرر البوتاسيوم المعدني بتجوية هذه المعادن وتكوين معادن جديدة مثل معادن الاطيان والاكاسيد والهيدروكسيدات. توصل Bandyopadhyay وآخرون (1985) إلى وجود علاقة معنوية سالبة بين البوتاسيوم المعدني والرمل بينما وجدوا علاقة موجبة وعالية المعنوية بين البوتاسيوم المعدني ومحتوى كل من الطين والغرين . حيث وجد التميمي (1988) عند دراسته لجازهية البوتاسيوم في بعض المواقع لترب جنوب العراق ان قيم البوتاسيوم المعدني كانت حوالي (24.55 - 36.95) مليمول غم$^{-1}$ تربة.

بينما توصل الربيعي (1995) عند دراسته لصور البوتاسيوم في 28 عينة تربة مختلفة ممثلة للمجاميع الترب من مناطق مختلفة من العراق إلى أن قيم البوتاسيوم المعدني تتراوحت بين-86.8) (16.7سنتيمول كغم $^{-1}$ والكلي بين (20.0 – 94.8) سنتيمول كغم $^{-1}$.

ذكر الشيخلي (2000) عند دراسته لصور البوتاسيوم في ترب السهل الرسوبي ان قيم البوتاسيوم المعدني تراوحت بين (10.14 – 42.26) سنتيمول كغم $^{-1}$, أن مادة الاصل لهذه الترب تعدّ المصدر الاساس للبوتاسيوم وإن هذه الترب تحتوي على خزين عالي من البوتاسيوم, كما بينت

الدراسة أن الترب الناعمة النسجة تحتوي على تراكيز عالية من البوتاسيوم المعدني في حين انخفضت تراكيزه في الترب الخشنة النسجة. إما السامرائي (2005) فقد وجد ان قييم البوتاسيوم المعدني في ترب الراشدية تراوحت بين (23.51 – 24.22)سنتيمول كغم $^{-1}$ ويشكل نسبة قدرها 88% من المحتوى الكلي للتربة من البوتاسيوم . كما توصل عبد الرسول (2007) إلى ان محتوى الترب الرسوبية الواقعة في محافظة ديالى من البوتاسيوم المعدني كان (103.16) سنتيمول كغم $^{-1}$ وشكل البوتاسيوم المعدني حوالي 99.2% من البوتاسيوم الكلي الأمر الذي يشير إلى أن مادة الاصل لهذه الترب هي المصدر الرئيسي للبوتاسيوم في هذه التربة.

ذكر الزبيدي (2010) عند دراسته لصور البوتاسيوم في منطقة أبي غريب إلى أن البوتاسيوم المعدني كانت قيمت(11.104) والكلي (13.722) سنتيمول كغم $^{-1}$. واشار ياسين وآخرون (2011) عند دراستهم لصور البوتاسيوم في غربي العراق كانت قيم البوتاسيوم المعدني بين (22.13 – 29.96) سنتيمول كغم $^{-1}$ اذ شكل نسبة 96.09% من البوتاسيوم الكلي، إما البوتاسيوم الكلي فقد تراوحت قيمته بين (22.78 -31.41) سنتيمول كغم$^{-1}$. قدر القيسي (2013) صور البوتاسيوم المختلفة في منطقة الفرات الاوسط ومنها البوتاسيوم المعدني حيث تراوحت قيمته بين (11.97 – 37.20) سنتيمول كغم$^{-1}$ والبوتاسيوم الكلي تراوحت قيمته (13.11 – 40.06) سنتيمول كغم $^{-1}$. كما اشار محمود (2018) في دراسته لتقييم جاهزية البوتاسيوم وتقدير صوره حيث تراوحت القيم بين (1.261– 14.540) سنتيمول كغم $^{-1}$ للبوتاسيوم المعدني بينما كانت قيمة البوتاسيوم الكلي بين (3.108 – 17.048)سنتيمول كغم$^{-1}$.

2-4-2: اهمية البوتاسيوم للنبات

يعد البوتاسيوم من العناصر الغذائية المهمة لنمو النبات التي يحتاجها بكميات كبيرة ولا تقل اهميته عن اهمية النتروجين والفوسفور , يمتص النبات البوتاسيوم من التربة بشكل ايون موجب (K^+) وهو متحرك داخل النبات ويزداد تركيزه في مناطق النمو النشطة لاسيما البراعم والاوراق الصغيرة والقمم النامية للجذور (Thompson, 2000) .

بينت العديد من الدراسات تأثير الأسمدة البوتاسية في نمو وإنتاج النبات فقد بين Wood ruff (2000) ان إضافة البوتاسيوم اثر إيجابيا في جاهزية العناصر المغذية الأخرى مثل الفسفور مما أدى إلى نمو وإنتاج عال للنبات . كما لاحظ Roberts and Panchuk (2001) استجابة

المحاصيل للاضافات البوتاسية , فقد أعطت الحقول التجريبية المسمدة زيادة في الإنتاج تقدر بـ 20% عن الحقول الغير مسمدة .

إن محاصيل الحبوب تأخذ كميات متساوية من عنصري النتروجين والبوتاسيوم ، إما الدرنيات والخضر فتأخذ البوتاسيوم بكميات اكبر من النتروجين (2004,Krauss) حيث يعد البوتاسيوم الايون الموجب الاكثر اهمية في فسلجة النبات لوظائفه الفسلجية والكيميائية الحيوية ومنها :-

1 – يؤدي البوتاسيوم دورا مهما في تنشيط الانزيمات ووظائف الطاقة , اذ يعد ضرورياً في تجهيز الطاقة للنشاطات الحيوية من خلال تحفيز اكثر من 60 أنزيماً من الانزيمات الخلوية الداخلة في العمليات الحيوية (2005, Buchholz and Brown).

2 – يعد وجود البوتاسيوم في صورة ايونية حرة في العصارة الخلوية للنبات يجعله من اكثر العناصر الغذائية مساهمة في العمليات الحيوية الاتية :

أ – تنظيم الضغط الازموزي داخل الخلية النباتية وزيادة قابلية امتصاص النبات للمغذيات من قبل الجذور والانتقال خلال اللحاء ومن ثم تحمل النباتات للملوحة (الانصاري وآخرون , 2000).

ب – السيطرة على التوازن المائي للانسجة النباتية ، والذي يؤدي إلى زيادة مقدرة النبات للاحتفاظ بالماء . كما وجد علي (2004) إن زيادة كل من تركيز البوتاسيوم وتقنين المياه في نبات الطماطة يشير إلى زيادة كمية البوتاسيوم الجاهز.

ج – تنظيم غلق وفتح الثغور الذي يؤدي إلى الاستعمال الافضل للضوء والهواء من قبل النبات وانخفاض معدل النتح (2004, Member ; 2004, Gordon) .

د – يؤدي دوراً مهماً في التوازن الايوني داخل الخلايا النباتية،اذ يعد الايون الموجب المضاد للشحنات السالبة الفائضة الناتجة من تواجد البروتينات والاحماض النووية (IPI , 2000) .

3 – يدخل ضمن العمليات الفسيولوجية الرئيسية من تمثيل وانتقال المنتجات المخزونة مثل النشأ والسكريات والبروتين والدهون والزيوت كونه يشجع عملية التمثيل الضوئي ومن ثم انتقال نواتجه لخزنها في البذور والجذور والثمار كما في انتقال السكريات في محاصيل البنجر السكري وقصب السكر ويشجع تكوين البروتينات الذي بدوره يحسن من امتصاص السماد النتروجيني , اذ يعد البوتاسيوم ايونا مرافقا لايون النترات السالبَ وعند انتقاله من المجموع الجذري إلى الخضري تختزل النترات إلى امونيا لتسهم في الاحماض الامينية وتكون البروتينات .

4 – اكد PPI (2003) ان نسبة اضطجاع سيقان الذرة الصفراء انخفضت من 80% إلى 5% بزيادة مستويات التسميد البوتاسي لان البوتاسيوم يساعد على تشجيع نمو الانسجة المرستيمية خلال تحفيز انقسام الخلايا النباتية الذي يشجع نمو جذور قوية تكون اكثر مقاومة للتعرية الريحية .

5 – بين Gordon (2004) إن اضافة البوتاسيوم زاد تركيز البوتاسيوم في انسجة محصول الذرة الصفراء فضلا عن سرعة النمو وإنتاج الحبوب .

ان نقص البوتاسيوم في النبات يؤدي إلى تناقص معدل النمو ويكون ذا قدرة ضعيفة لتكوين نظام جذري ويتعرض للاضطجاع المتكرر وتظهر اعراض نقصه المتمثلة باصفرار حواف الأوراق وتجعد والتفاف الأوراق وتكون الجذور قصيرة ومتشابكة (Whiting وآخرون , 2005) .

2-4-3 : العوامل المؤثرة في جاهزية البوتاسيوم في التربة

ذكر علي وآخرون (2014)إن العوامل التي تؤثر في جاهزية البوتاسيوم منها :-

- **نوع المعدن الطيني :** المعادن من نوع 1:2 اكثر تخصصا في تثبيت البوتاسيوم وتحوي على اسطح للتبادل (CEC) اعلى ومن ثم اعلى بوتاسيوم متبادل بالقياس مع معادن 1:1 .
- **السعة التبادلية للايونات الموجبة (CEC) :** الترب ناعمة النسجة ذات قابلية اكبر على مسك البوتاسيوم من الترب الخشنة النسجة ,بتعبير اخر كلما زادت السعة التبادلية للايونات الموجبة كلما زاد خزين التربة من البوتاسيوم وتؤثر قيمة السعة التبادلية للايونات الموجبة

على كمية السماد البوتاسي المطلوب اضافته وهنا يجب زيادة كمية المضاف مع زيادة هذه السعة لقابليتها العالية على خزن البوتاسيوم.

- **رطوبة التربة :** مهمة في نمو الجذور والنبات بشكل عام ومن ثم تؤثر في امتصاص البوتاسيوم وكذلك مهمة في حركة البوتاسيوم من التربة إلى الجذور وفي امتصاصه .تدفق البوتاسيوم في الترب يعتمد على الانتشارية في الوسط ,والذي يعني انه يعتمد بشكل قوي على رطوبة التربة وعلى تركيز البوتاسيوم في محلول التربة .
- **pH محلول التربة :** يؤثر pH محلول التربة في جاهزية البوتاسيوم من خلال توفر الايونات الموجبة الأخرى ومدى منافستها على مواقع التبادل والامتصاص ولاسيما توفر ايونات الكالسيوم والمغنسيوم التي تتوافر بالترب المائلة إلى القاعدية كترب العراق وبالتالي تؤثر في البوتاسيوم الذائب .
- **نوع النبات :** الأنواع النباتية تختلف في قابليتها بالاستفادة او استخلاص لبوتاسيوم التربة وهناك اختلاف كبير بين الأنواع أحادية الفلقة وثنائية الفلقة ,والثنائية اقل قابلية وقدرة على سحب بوتاسيوم التربة لاسيما بوتاسيوم مابين الطبقات ,مما هو عليه مع أحادية الفلقة .
- **تهوية التربة :** نموالجذور بشكل طبيعي وحركة البوتاسيوم في التربة والامتصاص من قبل جذور النباتات تتاثر بتهوية التربة ومدى توازنها مع رطوبة التربة .
- **حرارة التربة :** يتأتى تاثير الحرارة في جاهزية البوتاسيوم من تاثيرها في جاهزية البوتاسيوم وتحولاته في التربة ونشاط الاحياء المجهرية ونشاط فعاليات الجذور وبالتالي التأثير في عملية امتصاص البوتاسيوم .

5-2 : تقييم سلوكية البوتاسيوم باستعمال المعايير الثرموديناميكية

أستعملت مفاهيم ومعايير ثرموديناميكية لتقييم سلوكية وجاهزية البوتاسيوم في الترب .بين الربيعي (1995) أَن استعمال المعايير الثرموديناميكية المتضمنة الفعالية الايونية للبوتاسيوم ومعامل الفعالية وعلاقة الكم/ الشدة Q/I () والطاقة الحرة ΔG والسعة التنظيمية للبوتاسيوم PBC_kكان ناجحاً في تقييم قدرة جاهزية البوتاسيوم في ترب عراقية مختلفة ذات محتوى متشابه من البوتاسيوم المتبادل, إذ اظهرت اختلافات واضحة في قيم المعايير الثرموديناميكية وفي قيم الطاقة الحرة للبوتاسيوم في هذه الترب باختلاف خصائص الترب. وأشار Amiri وآخرون (1995) ان البوتاسيوم يمتلك أربع صور في التربة وهذه الصور تكون في حالة اتزان ديناميكي

وان نقصان اي صورة منها في التربة سوف يتم تعويضها من قبل الصور الاخرى للوصول إلى حالة توازن وهذه الصور هي البوتاسيوم الذائب والمتبادل وغير المتبادل والمعدني.

ذكر IPI (2000) أَن التربة الطينية تكون محتوية على سعة اعلى من السعة التنظيمية للترب الرملية . كما توصل Wange وآخرون (2004) نسبة النشاط الايوني (ARK) عبارة عن الشدة للبوتاسيوم في طور التربة السائل والذي يكون متوازن مع الطور الصلب

كما لاحظ السامرائي (2005) أَن التغايير في قيم Q تكون مرتبطة بشكل مباشر بالتغير بين نسبة فعالية البوتاسيوم إلى فعالية كل من ايون الكالسيوم وايون المغنسيوم التي تكون متغيرة بتغير ظروف اتزان محلول التربة مع الجزء الصلب للتربة .

بينما ذكر Zarrabi و Jalali (2008) أن حالة الاتزان الديناميكي لعنصر البوتاسيوم بين طوري التربة الصلب والسائل يعتمد على مفهوم التبادل الايوني وفق قانون النسب (Ratio Law) لأيونات البوتاسيوم وايون الكالسيوم إضافة للمغنيسيوم وان هذا التبادل الايوني يعد من الطرائق المهمة للتعرف على جاهزيته خلال بعض المعايير الثرموديناميكية التي تساعد في فهم جاهزية البوتاسيوم في التربة .لذا فأن المعايير الثرموديناميكية تعدّ أفضل مؤشر للتنبؤ عن قوة تجهيز البوتاسيوم الآني وعلى المدى البعيد عند مقارنتها مع المعايير التقليدية.

2-5-1 الفعالية ومعامل الفعالية والتركيز

(Activity and Activity coefficient and Concentration)

إن مفهوم الفعالية الايونية هو معيار ثرموديناميكي يعكس تأثير تركيز ونوع مكونات محلول التربة في فعالية البوتاسيوم عند تقيم حالة البوتاسيوم, ولا سيما في حالة الصيغة الذائبة في محلول التربة وتعدّ الفعالية الايونية قيمة ثرموديناميكية اساسية تستعمل في حساب المعايير الثرموديناميكية كافة ذات العلاقة وقد استعملت في ابحاث عدة لتقييم جاهزية بعض العناصر الغذائية ومنها البوتاسيوم لوجود علاقة واضحة بين كمية البوتاسيوم في النبات والفعالية في محلول التربة (Sposito ,1989). ويوجد عاملين مهمين يجب أن نهتم بهما عند دراسة محلول التربة الملحي ويعتبران صفتين رئيسيتين من صفات تأثير المحلول الملحي في الترب المتأثرة بالملوحة وهاتين الصفتين او العاملين هما :

أ- الفعالية (Activity)

ب- التركيز (Concentration)

في المحاليل الملحية محلول التربة يتميز بالاتي $ai \neq ci$ أي الفعالية أقل من التركيز $ai < ci$

وان حاصل قسمة الفعالية على التركيز يعني معامل الفعالية **Activity coefficient** أي

$$\mathbf{Fi} = \frac{ai}{ci}$$

او معامل الفعالية $Fi < 1$ أي يكون $ai = Ci \times Fi$

ولحساب معامل الفعالية Fi للأيونات في المحاليل الملحية نرجع إلى نظرية Debye - Huckel وفكرة الفضاء الايوني فبزيادة التركيز تزداد كثافة الفضاء الايوني وهذا سيؤدي إلى خفض الفعالية الايونية ai لذلك تم حساب الفعالية الايونية (ai) للبوتاسيوم والايونات الاخرى من قيم التركيز وحسب العلاقة الأتية

$$ai = Ci \times Fi$$

إما معامل الفعالية فيحسب باستعمال معادلة Lindsay (1979) الاتية المستخدمة من قبل Extended Debye – Hucke وهي

$$\text{Log fi} = - \frac{\text{AZI } \sqrt[2]{1}}{(1 + Bdi\sqrt{1})}$$

حيث أن:

Zi: شحنة الايون Valence

A وB : ثوابت المعادلة (A =0.509 ، B = 0.303)

d : الحجم المؤثر effective size (the mean diameter) للايون في المحلول وهذه القيمة تختلف باختلاف الايون وكالاتي : (di Mg = 8 , di Ca = 6 , di K = 3) .

ومن خلال هذه المعادلات تحسب الفعالية ومعامل الفعالية, وهناك دراسات عدة اثبتت استخدام هذه المعادلات منها دراسة الزبيدي والربيعي (2002) باستعمال عينات ترب من مواقع مختلفة تسود فيها زراعة الرز وتختلف بمدة الاستغلال وعينات اخرى في الموقع ذاته وغير مستغلة في وسط العراق, أن قيم فعالية البوتاسيوم في الترب المدروسة تراوحت ما بين(0.70 – 0.90) مليمول لتر $^{-1}$وهذا يعني 10 - 30% من البوتاسيوم الذائب في محلول التربة يوجد بصورة غير فعالة بالمعنى الكيميائي وان تغير قيم معامل الفعالية له علاقة بتغيير القوة الايونية الفعلية لمحلول التربة.

ذكر Rupa وآخرون (2003) و Jalali (2006) أن إضافة مستويات مختلفة من التسميد البوتاسي(300,150,75) كغم K هـ$^{-1}$ لنوعين من السماد البوتاسي، قد حقق زيادة معنوية في فعالية البوتاسيوم بنسب 7, 13, 14% بالتتابع قياسا إلى معاملة المقارنة، وهذا يؤدي إلى تأكيد أهمية التسميد لتعويض النقص في البوتاسيوم الجاهز، وذلك لامتصاصه من قبل النبات من اجل الوصول إلى نمو امثل .

ذكر السعدي (2007) أن انخفاض قيم الفعالية الايونية المتسبب عن الاستنزاف البيولوجي لتوالي زراعة الحقل، وشهدت قيم الفعالية الايونية للبوتاسيوم ارتفاعاً نسبياً في الري بالتنقيط عما في الري بالمروز. إما محمود (2018) فقد توصل عند دراسته عينات ترب مختلفة المواقع في العراق لدراسة سلوكية البوتاسيوم في الترب الملحية لمواقع مختلفة باعتماد بعض المعايير الثرموديناميكية حيث كانت قيم معامل الفعالية تتراوح بين (0.657 - 0.926) ، وقيم الفعالية الايونية تتراوح بين (0.0040-0.0007) مول لتر$^{-1}$ وتعدّ مؤشراً مهماً لتقييم محتوى الترب من البوتاسيوم وقدرته على التجهيز بالمدى القريب .توصلت دراسة اخرى قام بها مجيد (2020) لدراسة سلوكية البوتاسيوم في التربة باعتماد المعايير الثرموديناميكية منها معيار الفعالية الأيونية خلال مرحلتين هما مرحله النمو الخضري ومرحلة نضج المحصول وتراوحت القيم ($10^{-4} \times 7.0$) ($21.0 - 10^{-4} \times 7.0$ مول لتر$^{-1}$لمرحلة النمو الخضري و ($10^{-4} \times 17 - 10^{-4} \times 7.0$) مول لتر$^{-1}$ لمرحلة نضج المحصول

2-5-2 القوة الايونية Ionic Strength

إن القوة الايونية للمحلول لها أهمية كبيرة في حساب فعالية الايونات في المحلول والقوة الايونية لمحلول الكتروليتي، وهي مقياس لشدة الحقل الكهربائي في المحلول وتحسب من خلال معادلة Lewis وRandal الاتية :-

$$I=1/2 \sum cizi^2 \quad \ldots\ldots (1)$$

إذ ان (ci) هو التركيز بوحدة مول لتر$^{-1}$ لكل أيون و (zi) هي تكافؤ الايون و(∑) تشير إلى حاصل جمع كل ايون مضروباً بمربع تكافؤ جميع الايونات الموجودة في المحلول .

ويمكن حساب القوة الايونية لمحلول ما من خلال قياس الايصيالية الكهربائية (EC)حيث استطاع كل من Griffin and Jurinak (1973) من التوصل إلى علاقة رياضية الآتية :

$$I = 0.013 \times EC \ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث يقاس EC بوحدة ديسيسمنز سم$^{-1}$ عند درجة حراره 25 مْ ولايمكن التقليل من أهمية هذه المعادلة وتعد هي الأفضل لانها تأخذ بنظر الاعتبار تأثير الايون المزدوج لمحلول التربة الملحية يشبه الموصلات المعدنية حيث له القابلية على توصيل الكهرباء وبالتالي يكون محلول التربة محلول الكتروليتي .

قام محمود (2018) بحساب القوة الايونية لعينات ترب الدراسة بوجود او عدم وجود ايون الصوديوم وكانت القيم تتراوح بين (0.0689 – 1.144) مول لتر $^{-1}$. بينما توصل مجيد (2020) عند حساب القوة الأيونية لتربة الدراسة قبل الزراعة ولعمقين (0 - 30) , (30 - 60) سم و كانت القيم بحدود (0.0319) (0.0381) مول لتر $^{-1}$على التوالي .اذن من المهم معرفة تركيز كل الايونات التي تؤثر على القوة الأيونية للمحلول، وفي حالة التربة سيؤثر وجود انواع مختلفة للأيون الواحد على القوة الايونية لمحلول التربة، حيث تدفع زيادة القوة الايونية لمحلول التربة الايونات المختلفة الشحنة للتداخل ببعضها مما يؤدي ذلك إلى احداث تأثير مباشر على الطبيعة الايونية في المحلول اذ تعتمد على الالفة الكيميائية والجهد الكيميائي والجهد الكهروكيميائي في النظام وفي النهاية تنخفض التراكيز او الفعالية الايونية (عبد و نفاوة ,2021).

3-5-2 نسبة نشاط أو فعالية الايون ARK (Activity ratio)

إن نسبة النشاط أو الفعالية الايونية للبوتاسيوم ARK تعدّ من المعايير الثرموديناميكية المهمة كونها تعبر عن جاهزية البوتاسيوم .أشار Taylor و Ellis (1978) إلى النسبة بين فعالية البوتاسيوم إلى فعالية الكالسيوم والمغنسيوم في مستخلص التربة كمعيار لجاهزية البوتاسيوم في التربة وبالصيغة الآتية :

$$ARK = ak / \sqrt{aCa + aMg}$$

بينما بين Wang وآخرون (2004) أن نسبة فعالية البوتاسيوم تعبر عن شدة البوتاسيوم في طور التربة السائل المتوازن مع طورها الصلب وتعكس طبيعة تغاير صور البوتاسيوم بين الطورين .

أشار القيسي (2013) عند دراسته لتقييم جاهزية البوتاسيوم للترب الكلسية لمنطقة الفرات الاوسط باستعمال المعايير الثرموديناميكية وكانت النتائج نسبة النشاط او الفعالية الايونية (ARK) بين

$(0.0071 – 0.0013)$ $^{1\backslash 2}$ مول لتر$^{-1}$، وكانت القيم للطبقة السطحية تتراوح بين $(0.0071$ $^{1\backslash 2}$
$(0.0022$ -مول لتر $^{-1}$، وللطبقات التحت سطحية بين$(0.0059-0013)$ $^{1\backslash 2}$ مول لتر $^{-1}$ ويلاحظ أن هذه القيم تنخفض بزيادة العمق.

توصل محمود (2018) في دراسته التي قام بها على ست مواقع في العراق متمثلة بـ (كربلاء المقدسة، واسط , القادسية ، ذي قار, البصرة, بابل) من حساب الفعالية الايونية أو نسبة النشاط حيث تراوحت نسبة الفعالية الايونية (ARK) لمواقع الدراسة بين$(0.002 – 0.018)$ مول لتر$^{-1}$ بوجود أيون الصوديوم إما بعدم وجود ايون الصوديوم فقد تراوحت نسبة الفعالية الأيونية (ARK)لمواقع الدراسة بين $(0.0007$ - $0.045)$ مول لتر$^{-1}$.

قام مجيد (2020) في دراسته بحساب الفعالية الايونية او نسبة نشاط البوتاسيوم خلال مرحلة النمو الخضري و خلال مرحلة نضج المحصول حيث تراوحت القيم بين $(\times 10^{-3}$ $11.5 \times 10^{-3} – 21.5)$ مول لتر$^{-1}$ خلال مرحلة النمو الخضري وبين $(– 17.0 \times 10^{-3}$ 10.0×10^{-3} مول لتر$^{-1}$ خلال مرحلة نضج المحصول .

4-5-2 الطاقة الحرة للتبادل Free Energy of Replacement(ΔG)

عرفت الطاقة الحرة من قبل Woodruff (1955) على أنها تعبير عن امكانية تجهيز العنصر المغذي من الجزء الصلب (التربة) إلى الطور السائل (محلول التربة) ومن ثم إلى سطح جذر النبات , وهي مقياس للجهد الكيميائي للبوتاسيوم نسبة إلى الجهد الكيميائي للكالسيوم والمغنيسيوم في التربة واستنتج ان قيم الطاقة الحرة للتبادل في التربة على النحو الاتي :

حالة البوتاسيوم	قيمة الطاقة الحرة للتبادل ΔG
نقص البوتاسيوم	(4000-) إلى(3000-) سعرة مول $^{-1}$
توازن مناسب	(3000-) إلى (2500-) سعرة مول $^{-1}$
وجود كميات فائضة	$\leq$ (2000-) سعرة مول $^{-1}$

بمعنى أخر أن استعمال قيم الطاقة الحرة للبوتاسيوم هو المعيار الملائم لمعرفة جاهزية البوتاسيوم ويقصد بها الطاقة الحرة المولارية الجزيئية للاستبدال بين البوتاسيوم وايون الكالسيوم +المغنيسيوم ويتم حسابها من خلال الصيغة الاتية:

$$-\Delta F = 2.303\ RT\ Log \frac{ak}{\sqrt{aCa + aMg}}$$

وبعد التعويض عن قيمة R (ثابت الغاز) = 1.987 سعرة درجة $^{-1}$ مول$^{-1}$

درجة الحرارة المطلقة = 298 (كلفن = 25 مْ)

تصبح المعادلة بالشكل التالي:

$$\Delta F = -1.364\ Log\ ARK$$

لاحظ العبيدي وخضير (1998) في دراستهم لترب شمال العراق أن قيم الطاقة الحرة الاستبدالية تراوحت بين (4960 -) إلى (2781 -) سعره مول $^{-1}$ واشار إلى أنها تعدّ تربةً متوسطة إلى ضعيفة التجهيز للبوتاسيوم حسب التصنيف المستند على قيم الطاقة الحرة .

إما الزبيدي والربيعي (2002) فقد وجدو أن قيم الطاقة الحرة لترب مواقع مختلفة من العراق تراوحت بين (3687-) إلى (1059-) سعرة مول $^{-1}$، وأكد كل منهما ان استخدام معيار الطاقة الحرة للتبادل للبوتاسيوم ساعد كثيراً في تصنيف الترب ذات المحتوى المتشابه بالبوتاسيوم المتبادل إلى ثلاثة مجاميع مختلفة بقدرتها التجهيزية للبوتاسيوم.

وبين السامرائي (2005) أن التغاير في قيم الطاقة الحرة للتبادل ارتبطت بشكل مباشر بتغير النسبة بين فعالية البوتاسيوم وفعالية كل من ايون الكالسيوم والمغنسيوم التي تغيرت بتغيير ظروف اتزان محلول التربة مع الجزء الصلب للتربة، وقيم الطاقة الحرة تراوحت بين (2822-) إلى-) (2762 سعرة مول$^{-1}$. و أشار القيسي (2013) عند دراسته لحالة البوتاسيوم الثرموديناميكية في الترب الكلسية لمنطقة الفرات الاوسط حيث كانت قيم الطاقة الحرة للتبادل بين (3930- _ 2930-) سعرة مول$^{-1}$ و حسب التصنيف فإن ترب الدراسة وقعت بين متوسط إلى نقص في تجهيز البوتاسيوم .

وفي دراسة أخرى قام بها محمود (2018) لمواقع عدة لحساب المعايير الثرموديناميكية ،ولهذه الترب المدروسة تراوحت هذه القيم بين (2354-_3681-) سعرة مول $^{-1}$، حيث سجلت اعلى قيمة سالبة لها في تربة ذي قار وأوطأ قيمة في تربة كربلاءوقد حسبت بوجود ايون الصوديوم إما بعدم وجود ايون الصوديوم فقد تراوحت القيم بين(2931- _ 1829-) سعرة مول $^{-1}$, و سجلت أعلى قيمة سالبة لها في تربة ذي قار وأوطأ قيمة سالبة في تربة بابل.

وفي دراسة اخرى قام بها مجيد (2020) بحساب جاهزية البوتاسيوم من خلال المعايير الثرموديناميكية المتمثلة بمعيار الطاقة الحرة (ΔG-) لاحظ بصورة عامه ارتفاعاً في القيم السالبة للطاقة الحرة خلال موسم النمو مع تقدم مراحل النمو .

2-5-5 البوتاسيوم المتحرر (Quantity factor , Q) ΔK

لقدلاحظ حسين (1982) عند دراسته لبعض الترب العراقية وخصوصا ترب محافظة نينوى، بأن لمفصول الطين دوراً مهماً ومباشر في تحديد كمية البوتاسيوم المتحرر، حيث تزداد القيم مع انخفاض حجم الدقائق في التربة .إما الربيعي (1995) فقد توصل في دراسته لتقييم جاهزية البوتاسيوم في مناطق مختلفة من العراق ان كمية البوتاسيوم المتحرك كانت تتراوح بين(0.43 - 7.20) سنتيمول كغم$^{-1}$.

وفي دراسة أخرى قام بها AL-Zubaidi (2001)وجد إن قيم البوتاسيوم المتحرر لثماني ترب عراقية في مناطق مختلفة كانت تتراوح بين(0.87 - 3.54) سنتيمول كغم$^{-1}$. كذلك توصل Khiderوآخرون (2004) إلى أن قيم البوتاسيوم المتحرك تراوحت بين(0.22 - 1.23) سنتيمول كغم$^{-1}$ ، وبين سبب ذلك يعود إلى اختلاف قوة ارتباط البوتاسيوم القابل للتحرر خلال الزراعة مع معقد التبادل

بين القيسي (2013) عند دراسته حالة وسلوكية البوتاسيوم الثرموديناميكية في الترب الكلسية لمناطق الفرات الاوسط ان قيم البوتاسيوم المتحرر كانت تتراوح بين (0.10 - 0.60) سنتيمول كغم$^{-1}$ وهي اقل من قيم البوتاسيوم المتبادل. وفي دراسة أخرى قام بها محمود (2018) لحساب البوتاسيوم المتحرك في تجربته لحسابات المعايير الثرموديناميكية لمواقع عدة مختارة حيث تراوحت القيم بين(2.0581 -0.1736) سنتيمول كغم $^{-1}$ و سجلت أعلى قيمة في تربة بابل وأوطأ قيمة في تربة كربلاء و حسبت هذه القيم من منحنيات العلاقة Q\I للمواقع المدروسة وذلك من خلال تقاطع امتداد الخطوط المستقيمة مع المحور الصادي .

2-6: محصول الذرة الصفراء

يعدّ محصول الذرة الصفراء من اهم محاصيل الحبوب في جميع انحاء العالم حيث أَن هذا النبات يتبع العائلة النجيلية وهي من النباتات العشبية الحولية أحادية المسكن وأكثرها أهمية الجنس Zea الذي يضم النوع Mays (Patil و Tiwari , 2018) . أوضح الشامي (2018) أَن اتباع الاساليب الحديثة في ري الذرة الصفراء اعطت نتائج أيجابية متمثلة بزيادة قدرة التربة للاحتفاظ بالمحتوى الرطوبي وزيادة نفاذيتها وتقليل الماء المفقود بالجريان السطحي وكذلك الاحتياجات

المائية للمحصول من المياه . وهناك دراسات أخرى تكمن أهمية تحديد الاستهلاك المائي للمحصول وخاصة محصول الذرة الصفراء واختيار طرق ري مناسبة كونه أحد المعلومات المهمة التي لابد من توفرها لكي يتم وضع الخطط الانمائية كتوفير المصادر المائية وتصميم مشاريع الري لتلبية هذه الاحتياجات ولا سيما في المناطق التي تسود فيها شحة المياه وأن توفرت المياه بكثرة ستبقى الحاجة ماسة لتحسين استغلال المياه والحد من الاسراف عند استعمالها، وإن جدولة الري تعتمد بصورة كلية على دقة وصحة تقدير الاحتياجات المائية (Anderson وAndrew ,2019) .

بين Galvez (2020) أَن الذرة الصفراء تعدّ من أَهم محاصيل الحبوب الغذائية والصناعية في كثير من مناطق العالم، اذ يأتي هذا المحصول في المرتبة الثالثة على مستوى العالم بعد القمح والرز من حيث المساحة المزروعة والإنتاج. ويعدّ استعمال الأسمدة أحد الممارسات الرئيسية في تحقيق الحاصل الامثل للذرة الصفراء، إذ يؤثر الامداد الكافي و خاصة في الوقت المناسب بالمغذيات على كل من عدد الحبوب ومتوسط وزن الحبوب وذلك من خلال تنظيم نمو الحبوب ومعدل ملئ الحبوب ومدته، وإن النتروجين و العناصر الغذائية الرئيسة الأخرى الذي تحدد حجم المحصول وتكوين الحاصل (Hammad وآخرون ,2020) . وقد بين Gadag وآخرون (2021) أَن الذرة الصفراء وبفضل تنوعها الجيني العالي تتمتع بقدرة أفضل على التكيف مع الظروف المناخية المختلفة ولديها إمكانات عالية في الإنتاجية مقارنة بمحاصيل الحبوب الأخرى. للذرة الصفراء أهمية اقتصادية كبيرة لاحتوائها على نسبة عالية من الكربوهيدرات والبروتين بنسبة 10.6% إما الزيت فيبلغ 4.6 % بالإضافة إلى أنها تحتوي على العديد من الفيتامينات B2, B1 E, ويحتوي 1 كغم منها على حوالي 3460 سعرة حرارية و 93 غم من البروتين (Meena وآخرون ,2021).

أشارت دراسات أخرى كمية الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء ومنها الدراسة التي قام بها Nephawe وآخرون (2021) حيث عرف الاستهلاك المائي بأنه عمق الماء المطلوب اضافته لغرض تعويض فقدان الماء نتيجة التبخر- نتح (Evapotranspiration) من نبات صحي نامي في حقل واسع تحت ظروف تربة غير محددة للنمو والتي تتضمن وفرة الماء وخصوبة التربة وصولاً لإنتاج كامل تحت ظروف بيئية معينة .وفي دراسة أخرى أوضحت تاثير الظروف المناخية على الاحتياجات المائية للمحصول وتاثيرها على الإنتاجية حيث أن الظروف المناخية هي التي تؤثر على الاحتياجات المائية وتشمل :الحرارة و الرطوبة و كمية الامطارو

سرعة الرياح و ضغط بخار الماء و فترة سطوع الشمس و شدة الاشعاع الشمسي ونوع النبات و فترة النمو و نسبة سطح التربة المغطى بالنبات وخصائص التربة (Oluwaranti وآخرون 2021,). وكذلك هنالك عدة بحوث زراعية اجريت في العراق حول كمية الاستهلاك المائي لمحصول الذرة الصفراء منها Alshebly (2021) إذ بين فيها ان الاستهلاك المائي للذرة الصفراء للعروة الخريفية بلغ (709.91 - 689.69)(585.65_529.66) مم لنظم الري التقليدي السيحي والتنقيط السطحي لموسمين متتالين. إما الدراسة الاخرى التي قام بها الشعباني (2021) اظهرت ان معدل الاستهلاك المائي خلال الموسم الخريفي في تربة مزيجة غرينية لمحصول الذرة الصفراء بلغ (604.8 - 748.8) مم موسم$^{-1}$ لنظام الري التنقيط السطحي وبلغ (566.9 - 587.1) مم موسم$^{-1}$ لنظام الري التنقيط تحت السطحي ولنظامي الحراثة الصفرية والتقليدية .

3- المواد وطرائق العمل Materials & Methods

3-1 موقع التجربة الحقلية

نفذت التجربة الحقلية في أحد حقول كلية الزراعة / جامعة واسط – مركز قضاء الكوت في محافظة واسط على خط طول 45.842733 شمالاً وخط عرض 32.497105 شرقاً. والمصنفة تربتها إلى مستوى تحت المجاميع العظمى Vertric Torrifluvents حسب البدري (2022). حيث زرعت بذور الذرة الصفراء التي تم الحصول عليها من محطة أبحاث الصويرة – واسط - العراق، في العروة الخريفية 2023 .

3-2 تهيئة الحقل

تمت تهيئة الحقل قبل الزراعة وذلك بإجراء عمليات الحراثة بواسطة المحراث الثلاثي القلاب ونعمت باستخدام المحراث القرصي، وقسم الحقل إلى ثلاثة قطاعات تركت مسافة قدرها 2 م بين قطاع وأخر، وقسم القطاع الواحد إلى قطعتين وهذه القطع قسمت إلى 9 وحدات تجريبية تركت مسافة بين قطعة واخرى مسافة 2 م وبين وحدة تجريبية واخرى ضمن القطعة الواحدة مسافة 0.50 م وذلك لسهولة خدمة المحصول ومنع التداخل لجبهات الترطيب والتداخل بين المعاملات المختلفة. أخذت عشرة عينات تربة قبل الزراعة على عمق (0-30سم) وخلطت وأخذت منها عينة مركبة، جففت العينة المركبة هوائياً وطحنت بواسطة مطرقة بلاستيكية ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم وقدرت بها الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة.

3-3 نصب ومعايرة منظومة الري

تم استعمال منظومة الري بالتنقيط للإرواء من خلال منظومة ري تتغذى على حوضين، الحوض الاول لمياه نهر دجلة ذات التركيز الملحي 1.26 ديسيسمنز م$^{-1}$ الذي استخدم لري المعاملات التي رمز لها S1 إما الحوض الثاني فأستخدم لخلط مياه النهر مع مياه البزل وحسب معادلة الخلط ليكون التركيز الملحي 4 ديسيسمنز م$^{-1}$ والمستخدمة للمعاملات التي يتم ريها بالمستوى الثاني لمياه الري ذات الرمزS2،إذ تم ضخ المياه من الأحواض إلى التجربة بواسطة مضخة كهربائية ثابتة التصريف ربطت إلى أنبوب رئيسي ثبت في بدايته فلتر وقسمت إلى أنبوبين ثانويين الاول يمر بين القطاعين الاول والثاني ليغذيهما والثاني بين القطاع الثاني والثالث ليغذي القطاع الثالث فقط وربطت الانابيب الحقلية على الانابيب الثانوية بمسافات ثابتة وهي نفس المسافة

بين خط زراعة وآخر والتي كانت 0.75 م وبين منقط وأخر 0.25 م وهي ذاتها المسافة بين نبات وأخر على نفس الخط. تم فحص وتشغيل منظومة الري تجريبيا وذلك للأغراض التالية :-

1- معرفة التصريف لكل منقط حيث وضعت ثلاث قناني مدرجة في بداية القطاع الاول وعلى امتداد المنقطات وثلاثة أخرى بالمنتصف وثلاثة في نهاية القطاع وكررت على القطاعين الثاني والثالث وثبت الوقت 2 دقيقة ومنها تم حساب معدل تصريف المنقط الواحد(لتر. ساعة$^{-1}$) وتجانس توزيعها كنسبة مئوية والموضح في الملحق(1) كررت مرتين فكانت النتائج متطابقة إلى حد كبير جداً وأعتمد معدل تصريف المنقطات 1.76 لتر .ساعة $^{-1}$ (0.00176 م^3 . ساعة $^{-1}$) ولغرض حساب الزمن المستخدم في ري الوحدات التجريبية لكل نوعية مياه تم اعتماد معادلة (الحديثي وآخرون ,2010):

Q=V \ T.....(1)

حيث ان :-

Q: التصريف (م^3 ساعة$^{-1}$)

V: حجم ماء الري (م^3)

T : زمن الري (ساعة)

2- قياس أقصى قطر دائرة ابتلال فكانت 22.1 سم (0.221 م).

$Aw=0.8\ (Sw)^2$ .....(2)

حيث ان :-

Aw: مساحة الأبتلال للمنقط (م^2)

Sw: أقصى قطر لدائرة الابتلال (م^2)

فكانت مساحة الابتلال 0.0390 م^2

4-3 موعد وطريقة الزراعة

تمت زراعة بذور الذرة الصفراء *Zea mays* L. صنف بغداد -3- في العروة الخريفية بتاريخ 2023/8/1، إذ قسمت الوحدات التجريبية إلى ثلاثة خطوط المسافة بين خط وآخر 75 سم، وبين نبات وآخر 25 سم وتم اتباع الكثافة النباتية 53333 نبات هـ$^{-1}$ (الساهوكي، 1990)، إذ تم وضع ثلاث بذور في كل جورة وبعد حصول الإنبات خفت إلى نبات واحد في كل جورة. وبعد اكتمال نمو المحصول وظهور علإمات النضج تم الحصاد بتاريخ 2023/12/4.

5-3 التصميم التجريبي لمعاملات التجربة الحقلية

نفذت تجربة عاملية Factorial Experimnt وفقاً لترتيب الألواح المنشقة - المنشقة Split-Split Plot وبتصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD وبثلاث مكررات (الراوي وخلف ,1980) كما موضح في الجدول (1)وجدول (2) الذي يوضحان معاملات التجربة الحقلية والمخطط الحقلي للمعاملات .

6-3 عوامل التجربة الحقلية

العامل الأول

ملوحة مياه الري: تم استخدام نوعين من مياه الري وبمستويين ملحيين مختلفين

الأول:-(1.26) ديسيسمنزم$^{-1}$ ويرمز له بالرمز S1

الثاني:- (4) ديسيسمنزم$^{-1}$ ويرمز له بالرمز S2

ويوضح الجدول (3) ذلك .

تم جمع المياه المالحة من احدى المبازل الحقلية للأراضي الزراعية الواقعة غرب ناحية واسط في منطقة الدجيلي وكانت ملوحة ماء المبزل حوالي 48 ديسيسمنزم$^{-1}$ وقد تم تخزين كمية كافية في خزانات في موقع اجراء التجربة , تم تحضير مياه ذات ملوحة 4 ديسيسمنزم$^{-1}$ من خلال خلط مياه المبزل مع مياه نهر دجلة ذو ملوحة 1.26 ديسيسمنزم$^{-1}$ وذلك بتطبيق معادلة and Westcot Ayers (1985) وكما موضحة .

$$ECi=(ECa \times a)+(ECb \times b)$$

حيث ان :-

ECi: ملوحة المياه المخلوطة(ديسيسمنز م$^{-1}$)

ECa: ملوحة المياه المطلوبة(ديسيسمنز م$^{-1}$)

ECb: ملوحة مياه البزل

a: نسبة مياه النهر بالخليط (لتر)

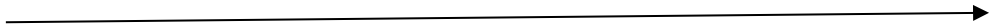
b: نسبة مياه البزل بالخليط (لتر)

جدول (1) معاملات التجربة الحقلية

ملوحة مياه الري	السماد العضوي	مستويات البوتاسيوم المضافة		
		K0	K1	K2
S1	M0	S1M0K0	S1M0K1	S1M0K2
	M1	S1M1K0	S1M1K1	S1M1K2
	M2	S1M2K0	S1M2K1	S1M2K2
S2	M0	S2M0K0	S2M0K1	S2M0K2
	M1	S2M1K0	S2M1K1	S2M1K2
	M2	S2M2K0	S2M2K1	S2M2K2

جدول (2) المخطط الحقلي لمعاملات الدراسة

الشارع الرئيسي (داخل الكراج)



S1M2K0	S1M1K1	S1M0K2		S2M2K2	S2M1K0	S2M0K1		S1M0K2	S1M2K0	S1M1K1	شارع المدخل لكلية الزراعة من جهة الكراج إلى الاستعلامات
S1M0K1	S1M2K2	S1M1K0		S2M0K0	S2M2K1	S2M1K2		S1M1K0	S1M0K1	S1M2K2	
S1M1K2	S1M0K0	S1M2K1		S2M1K1	S2M0K2	S2M2K0		S1M2K1	S1M1K2	S1M0K0	
S2M0K1	S2M2K2	S2M1K0		S1M2K0	S1M1K2	S1M0K1		S2M1K0	S2M0K1	S2M2K2	
S2M1K2	S2M0K0	S2M2K1		S1M0K1	S1M2K0	S1M1K2		S2M2K1	S2M1K2	S2M0K0	
S2M2K0	S2M1K1	S2M0K2		S1M1K2	S1M0K1	S1M2K0		S2M0K2	S2M2K0	S2M1K1	

جدول (3) الصفات الكيمائية لمياه الري

الصفة	نوعية المياه	
	S1	S2
EC ($ds\ m^{-1}$)	1.26	4
pH	7.70	7.60
الايونات الذائبة (مليمول لتر$^{-1}$)		
الكالسيوم	2.40	3.80
المغنيسيوم	1.60	5.59
الصوديوم	4.82	17.98
البوتاسيوم	0.09	0.19
الكبريتات	3.70	6.23
الكلورايد	4.55	21.3
البيكاربونات	0.9	1.02
الكاربونات	Nill	Nill
SAR	2.41	5.87

العامل الثاني

مستويات البوتاسيوم المضافة: تم إضافة البوتاسيوم على هيئة سماد كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4)التي تكون نسبة البوتاسيوم فيه (50%) بثلاث مستويات (بدون إضافة ، إضافة بواقع 50 كغم Kهـ$^{-1}$ ، إضافة بواقع 100 كغم K هـ$^{-1}$) والتي رمز لها بالرمز (K2 ,K1,K0) على التتابع . حيث تمت الإضافة إلى التربة قبل الزراعة بأسبوع وخلطت مع الطبقة السطحية للتربة.

العامل الثالث

السماد العضوي : تم استعمال سماد مخلفات الأغنام بثلاث مستويات (0 (معاملة المقارنة) , 10 ميكاغرام سماد عضوي هـ^{1} ,20 ميكاغرام سماد عضوي هـ$^{-1}$) ورمز لها بالرمز (M2 , M1 M0,) بالتتابع , واضيفت خلطا مع التربة قبل الزراعة بأسبوع. حيث تم الحصول على سماد مخلفات الأغنام من المراعي القريبة على مشروع تحضير الأسمدة العضوية الواقع في محافظة واسط – مركز الكوت - العزة ، تم تخميرها في الأرض بحفرة ذات طول 3 متر وعرض 2 متر وعمق 1 م وبطنت بواسطة أكياس البولي اثلين الشفاف واضيف لها النتروجين على شكل يوريا 46% بنسبة 5% بالنسبة لوزن المخلفات ورطبت بالماء حوالي 70% وغطيت بالبولي اثلين وقلبت كل ثلاثة أيام لحين اكتمال التحلل بالكامل(اي تغير لونها واختفاء رائحتها وظهور رائحة تشبه رائحة التراب المبتل) وبعد اكتمال التحلل أخرجت من الحفرة وجففت وأضيفت كمعاملة بمستويين 10 ,20 ميكاغرام سماد عضوي هـ$^{-1}$ وحسب توزيع المعاملات في التصميم المعتمد وحللت مختبريا كما في الجدول (4).

جدول (4) بعض الصفات الكيميائية لمخلفات الأغنام المخمرة

الخاصية	القيمة	وحدة القياس
النتروجين الكلي	% 2.5 – 1	غم .كغم $^{-1}$
الفسفور الكلي	% 1 – 0.2	غم .كغم $^{-1}$
البوتاسيوم الكلي	% 1.5 – 0.5	غم .كغم $^{-1}$
$pH_{(1:5)}$ لمستخلص	7.70	-
$EC_{(1:5)}$ لمستخلص	8.21	ديسيسمنز م $^{-1}$
الكربون العضوي	210.0	غم .كغم $^{-1}$
المادة العضوية	362.04	غم .كغم $^{-1}$
C\N Ratio	14.99	-
الايونات الذائبة		
Ca^{+2}	2.70	سنتيمول كغم$^{-1}$
Mg^{+2}	3.25	=
Na^{+}	5.10	=
K^{+1}	1.23	=
Cl^{-1}	2.22	=
HCO_3^{-1}	5.99	=
CO_3^{-2}	0.00	=
SO_4^{-2}	4.23	=

7-3 التسميد

تم تسميد جميع الوحدات التجريبية بعنصر النتروجين بواقع 175 كغم هـ$^{-1}$ بسماد اليوريا (N%46) بواقع دفعتين الأولى بعد الخف (بعد شهر من الزراعة) والدفعة الثانية عند الأزهار (بعد شهرين من الزراعة)، وعنصر الفسفور بواقع 109 كغم هـ$^{-1}$ بسماد الداب $(NH)_4 HPO_4$(فوسفات ثنائي الامونيوم) (P%46، N%18) وبدفعة واحدة عند الزراعة.

3-8 تحاليل التربة والمياه

3-8-1 التحاليل الكيميائية

3-8-1-1 الإيصالية الكهربائية EC

تم قياسها باستعمال جهاز الإيصالية الكهربائية (EC meter) في راشح تربة: ماء بنسبة (1:1) وحسب الطريقة الموصوفة من قبل Page وآخرون(1982).

3-8-1-2 درجة تفاعل التربة pH

تم قياسها بمعلق التربة بعد الترشيح وذلك باستعمال جهاز pH-meter وحسب الطريقة الموصوفة من قبل Page وآخرون(1982).

3-8-1-3 المادة العضوية

قدرت المادة العضوية حسب طريقة Walkley-Black والمستخدمة لتقدير الكاربون العضوي كما وردت في Page وآخرون (1982)، إذ تمت الاكسدة بواسطة دايكرومات البوتاسيوم 1N وحامض الكبريتيك المركز وتم التسحيح بواسطة كبريتات الحديدوز الامونياكية. بعد ذلك تم تحويل قيمة الكاربون العضوي الكلي إلى المادة العضوية بالمعامل (1.724).

3-8-1-4 السعة التبادلية الكتيونية (CEC)

قدرت السعة التبادلية الكتيونية حسب طريقة الموصوفة في Black (1965) بتشبيع التربة بخلات ايون الصوديوم (1M) واستخلصت بخلات الأمونيوم(1M) عند pH=7.

3-8-1-5 معادن الكاربونات

قدرت بالطريقة الوزنية (كالسي ميتر) باستعمال حامض الهيدروكلوريك وحسب (Jackson , 1979).

3-8-2 الأيونات الذائبة

3-8-2-1 ايون الصوديوم والبوتاسيوم الذائبين

تم تقديرهما باستعمال جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer) في راشح تربة : ماء بنسبة (1:1) كما جاء في Page وآخرون (1982).

3-8-2-2 ايون الكالسيوم والمغنيسيوم

تم تقديرهما حسب طريقة Richards (1954). والتي تتضمن التسحيح مع الفرسنيت (Na_2 0.01N EDTA) وباستخدام دليل الميروكساید لتقدير ايون الكالسيوم واستخدام دليل E.B.T عند تقدير ايون الكالسيوم والمغنيسيوم معاً لتوضيح نقطة نهاية التفاعل.

3-8-2-3 ايون الكاربونات والبيكاربونات

استعمل لتقديرهما حامض الكبريتيك المخفف(0.01N) واستخدام الفينونفثالين كدليل لتقدير الكاربونات وأستخدم لتقدير البيكاربونات دليل المثيل البرتقالي (Richards، 1954).

3-8-2-4 ايون الكلورايد

استعملت نترات الفضة (0.05N) للتسحيح وكرومات البوتاسيوم كدليل (Richards، 1954).

3-8-2-5 ايون الكبريتات

قدرت الكبريتات باستعمال كلوريد الباريوم(0.02N) لغرض الترسيب كما في Page وآخرون(1982).

3-8-3 العناصر الغذائية الكبرى الجاهزة

3-8-3-1 النتروجين الجاهز

تم استخلاص النتروجين الجاهز من التربة بمحلول كلوريد البوتاسيوم(2N) وباستخدام جهاز (Micro Kjeldahl) وحسب الطريقة المذكورة في Page وآخرون (1982).

3-8-3-2 الفسفور الجاهز

استخدمت طريقة Olsen وآخرون (1954) للاستخلاص بواسطة محلول بيكاربونات الصوديوم (0.5N) واستخدم جهاز الطيف الضوئي Spectro photometer وكما جاء بطريقة (Pageوآخرون, 1982).

3-8-3-3 البوتاسيوم الجاهز

تم تقدير البوتاسيوم الجاهز بالاستخلاص بواسطة $0.5\ M\ CaCl_2$ وفقاً لما ورد في Page وآخرون (1982) ، باستخدام جهاز اللهب (Flame photometer).

3-8-4 التقديرات الفيزيائية

3-8-4 -1 الكثافة الظاهرية

تم تقديرها بطريقة Core Sample كما وردت في Black (1965)

3-8-4-2 التوزيع الحجمي لدقائق التربة

قدرت نسب مفصولات التربة بطريقة الماصة الحجمية Pipette وحسب طريقة Page وآخرون (1982).

3-8-5 تقدير صور البوتاسيوم المختلفة:

3-8-5-1 البوتاسيوم الذائب (Soluble –K) :

قدر البوتاسيوم الذائب مائياً في مستخلص (تربة: ماء) 1:1 باستعمال جهاز اللهب الضوئي وفقاً للطريقة المقترحة من قبل pratt وآخرون والموصوفة في (Page وآخرون ,1982) .

3-8-5-2 البوتاسيوم المتبادل (Exchangeable –K) :

قدر في مستخلص خلات الامونيوم (NH4 OAC) المتعادل (pH=7) على وفق الطريقة الموصوفة من قبل Pratt (1982) وقدر البوتاسيوم المتبادل بعد ترشيح المستخلص وقياسه بواسطة جهاز اللهب الضوئي (Flame photometer) .

3-8-5-3 البوتاسيوم غير المتبادل (Non-exchangeable - K) :

قدر البوتاسيوم غير المتبادل بعد الاستخلاص بمحلول حامض النتريك المغلي (HNO_3 1M) حسب ما ورد في (Page وآخرون , 1982) .

3-8-5-4 البوتاسيوم الكلي (Total - K)

قدر البوتاسيوم الكلي في محلول الهضم (HCL 48%) + (H_2SO_4 97%) + (HCIO4 62%) وفقا للطريقة الموصوفة في Page وآخرون (1982) وقدر البوتاسيوم في جميع المستخلصات باستعمال جهاز اللهب الضوئي Flame photometer .

3-8-5-5 البوتاسيوم المعدني (Mineral - K) :

تم حساب البوتاسيوم المعدني حسب الصيغة الرياضية المقترحة من قبل Martin and Sparks (1985) حيث ان البوتاسيوم المعدني = البوتاسيوم الكلي – (البوتاسيوم غير المتبادل + البوتاسيوم المتبادل + البوتاسيوم الذائب)

جدول (5) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة قبل الزراعة

الصفة	القيمة	وحدة القياس
EC	2.17	ديسيمنز م$^{-1}$
pH	7.61	_
المادة العضوية	11.2	غم كغم $^{-1}$
السعة التبادلية الكاتيونية (CEC)	11.56	سنتيمول كغم $^{-1}$ تربة
معادن الكاربونات	314.2	غم كغم $^{-1}$ تربة
الايونات الذائبة		
الكالسيوم (Ca^{+2})	5.70	مليمول لتر$^{-1}$
المغنيسيوم (Mg^{2+})	2.60	
الصوديوم (Na^{+1})	4.33	
البوتاسيوم(K^{+1})	0.82	
الكبريتات($SO_4^{=}$)	7.65	
الكلورايد (CL^{-1})	5.51	
البيكاربونات(HCO_3^{-1})	0.81	
الكاربونات(CO_3^{-2})	Nill	

العناصر الكبرى		
النتروجين الجاهز	**31.55**	**ملغم كغم $^{-1}$ تربة**
الفسفور الجاهز	**16.50**	
البوتاسيوم الجاهز	**188**	
صور البوتاسيوم		
البوتاسيوم الذائب	**0.012**	**سنتيمول K . كغم $^{-1}$ تربة**
البوتاسيوم المتبادل	**0.146**	
البوتاسيوم غير المتبادل	**1.740**	
البوتاسيوم المعدني	**13.100**	
البوتاسيوم الكلي	**14.990**	
مفصولات التربة		
الرمل	**535**	**غم كغم$^{-1}$ تربة**
الغرين	**390**	
الطين	**65**	
النسجة	**مزيجة رملية**	
الكثافة الضاهرية	**1.2**	**ميكاغرام م$^{-3}$**

3-9: المعايير الثرموديناميكية:

3-9-1 القوة الايونية (I) Ionic strength :

تم حساب القوة الايونية من قيم الايصالية الكهربائية للمستخلصات المائية وحسب العلاقة المقترحة من قبل (Griffin and Jurinak , 1973).

I=0.013 x EC---------- (3)

إذ أَن :

I = القوة الايونية (مول لتر$^{-1}$)

EC = الايصالية الكهربائية للمستخلص (ديسيسيمنز م$^{-1}$)

3-9-2 الفعالية ومعامل الفعالية (a and f) Activity and Activity Coefficient :

تم حساب الفعالية الايونية (a) للبوتاسيوم والايونات الاخرى من قيم التركيز وحسب العلاقة:

ai = fi x Ci --------- (4)

إذ أَن :

Ci = التركيز المولاري (مول لتر$^{-1}$)

fi = معامل الفعالية للأيون

إما بالنسبة لمعامل الفعالية (fi) للأيون المنفرد فقد تم حسابه باستعمال معادلة Debye-Huckle الواردة في (Lindsay, 1979) :

$$- \log fi = (A Zi^2 \sqrt{I} / (1+B di\sqrt{I}) \text{ ---------- (5)}$$

إذ أَن :

Zi : شحنة الايون Valence

B و A : ثوابت المعادلة (A =0.509 ، B = 0.303)

di : الحجم المؤثر effective size (the mean diameter) للايون في المحلول وهذه القيمة تختلف باختلاف الايون وكالاتي : (di K = 3 , di Ca = 6 , di Mg = 8) .

3-9-3 نسبة نشاط البوتاسيوم Activity Ratio of potassium (ARK)

حسبت نسبة نشاط البوتاسيوم (ARK) في الرواشح من قيم الفعالية الايونية لكل من البوتاسيوم، الكالسيوم والمغنيسيوم (ak ، aCa و aMg) وحسب المعادلة :

$$ARK = ak / \sqrt{aCa + aMg} \quad \text{---------- (6)}$$

ويعبر عن فعالية الايون بالمول لتر$^{-1}$.

3-9-4 الطاقة الحرة للتبادل (-ΔG) Free energy of Replacement

تم حساب قيم الطاقة الحرة للاستبدال حسب المعادلة المقترحة من قبل(1955,Woodruff)

$$\Delta F = -2.303\ RT\ Log\ (ak / \sqrt{aCa + aMg}) \text{---------- (7)}$$

إذ أَن :

ΔF = الطاقة الحرة للاستبدال بين البوتاسيوم والكالسيوم + المغنيسيوم مقاسة بالسعرة مول $^{-1}$

R = ثابت الغازات = 1.987سعرة درجة $^{-1}$ مول $^{-1}$.

T = درجة الحرارة المطلقة =298 عند درجة حرارة 25م ^{o}.

لذلك اصبحت المعادلة بالشكل الاتي :

$$\Delta F = -1.364\ x\ Log\ ARK \text{----------(8)}$$

3-9-5 منحنيات الكم / الشدة Q\ I Curves

لغرض تقدير العلاقة بين الكمية (الطور الصلب) والشدة (الطور السائل) للبوتاسيوم والسعة البفرية التنظيمية للبوتاسيوم (PBC_k) Potentiol buffering capacity of potassium استخدم الأسلوب المقترح من قبل العالم Beckett (1964) في تجربة الاتزان الثرموديناميكي إذ تم معاملة 5 غم تربة جافة مع عدد من محاليل كلوريد الكالسيوم ($CaCl_2$) ذو تركيز 0.05 مولاري الذي يحوي على تراكيز متزايدة من البوتاسيوم بصيغة KCL (16, 8, 4, 1, 0.5) مليمول لتر$^{-1}$ اذ يرج المحلول لمدة ثلاث ساعات بجهاز الرجاج ويترك للاتزان لمدة ليلة كاملة وبعد ذلك يتم ترشيح المعلقات وتم قياس تركيز كل من ايون الكالسيوم والمغنيسيوم عن طريق التسحيح ويقدر البوتاسيوم و الصوديوم بجهازقياس اللهب (Flam photometer)ومن القيم التي تم

الحصول عليها تم حساب نسبة الفعالية (Activity ratio) المعبرة عن شدة البوتاسيوم وتم حساب ±ΔK والتي تعبر عن عامل الكم Quantiry (Q) من فرق تركيز البوتاسيوم بين المحاليل المستخدمة في التجربة ومحاليل الاتزان ثم رسمت العلاقة الخطية بين ARK المتمثلة بشدة البوتاسيوم على المحور السيني والكمية ΔK على المحور الصادي حسب (Beckett ,1964) .

3 - 10 : القياسات النباتية

3-10 -1 ارتفاع النبات (سم)

حُسب متوسط ارتفاع النبات بوحدة(سم) لخمسة نباتات بواسطة شريط قياس من سطح التربة إلى قاعدة النورة الذكرية عند اكتمال نمو النبات (الساهوكي، 1990).

3-10-2 الوزن الجاف للمجموع الخضري (ميكاغرام هـ$^{-1}$)

بعد اكتمال نمو النبات ووصوله لمرحلة الحصاد تم أخذ خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية وبصورة عشوائية (الساق، الأوراق، النورة الذكرية)، تم غسلها بالماء للتخلص من الأتربة وبعدها تم تقطيعها ومن ثم جففت في فرن كهربائي على درجة حرارة 65 م° حتى ثبات الوزن ومن ثم تم وزنها (A.O.A.C، 1975).

3-10-3 وزن 500 حبة(غم)

تم حساب وزن 500 حبة من كل معاملة من حبوب خمسة نباتات بعد تعدّيل نسبة المحتوى الرطوبي للحبوب إلى 15% (الساهوكي، 1990).

3-10-4 حاصل الحبوب (ميكاغرام هـ$^{-1}$)

قُدر حاصل الحبوب من حساب حاصل حبوب خمسة نباتات لكل وحدة تجريبية وقسمت على خمسة وضربت في الكثافة النباتية للهكتار (البلداوي وآخرون، 2014).

3-10 -5 الحاصل البايولوجي(ميكاغرام هـ$^{-1}$)

تم حساب الحاصل البايولوجي الكلي للذرة الصفراء والذي يمثل وزن المجموع الخضري الجاف مع الحاصل والكوالح بوحدة (ميكاغرام هـ$^{-1}$) ولجميع الوحدات التجريبية.

3-10 -6 دليل الحصاد (%)

تم حسابة حسب معادلة عيسى (1990)

دليل الحصاد%= حاصل الحبوب (ميكاغرام هـ$^{-1}$) / حاصل المادة الجافة (ميكاغرام هـ$^{-1}$)×100

3-11 تقدير الـ N ,P ,K في أوراق النبات

3-11 -1 تهيئة العينات

تم أخذ خمس نباتات والمتمثلة بالاوراق من كل وحدة تجريبية عند مرحلة الحصاد وتم تجفيفها بالفرن عند درجة حرارة 65 مْ حتى ثبات الوزن، وبعد ذلك طحنت الأوراق بواسطة طاحونة وحفظت في أكياس ورقية لحين استخدامها في عملية الهضم.

3-11-2 عملية الهضم للعينات النباتية

أخذ 0.2 غم من العينات النباتية المطحونة سلفاً ووضعت في دورق حجمي زجاجي مقاوم للحرارة وأضيف لها 3مل من حامض الكبريتيك المركز و1مل من حامض البيركلوريك المركز حسب الطريقة المذكورة في Black (1965) ووضعت على Hot plate حتى تحول اللون من الأسود إلى الشفاف، تركت لتبرد قليلاً ثم وضعت في علبة بلاستيكية محكمة الغلق ذات حجم 50 مل وأكملت بالماء المقطر للعلامة، ثم قدر فيها الـ **N ,P ,K** وفقاً لطريقة Cresser and Parsonsالمستخدمة من قبل (سالم وعلي , 2017).

12-3 التحليل الإحصائي

حللت نتائج التجربة احصائياً وفق لطريقة تحليل التباين (ANOVA) كتجربة عاملية (Factorial Experiment) وفقاً لترتيب الألواح المنشقة - المنشقة (Split-Split Plot) وبتصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) وبثلاثة مكررات وقورنت المتوسطات الحسابية باستخدام أقل فرق معنوي L.S.D بمستوى احتمالية 0.05 لجميع الصفات قيد الدراسة باستخدام برنامج التحليل الإحصائي ذو الإصدار Genstat 2012 وفقا لما جاء به الراوي وخلف (1980).

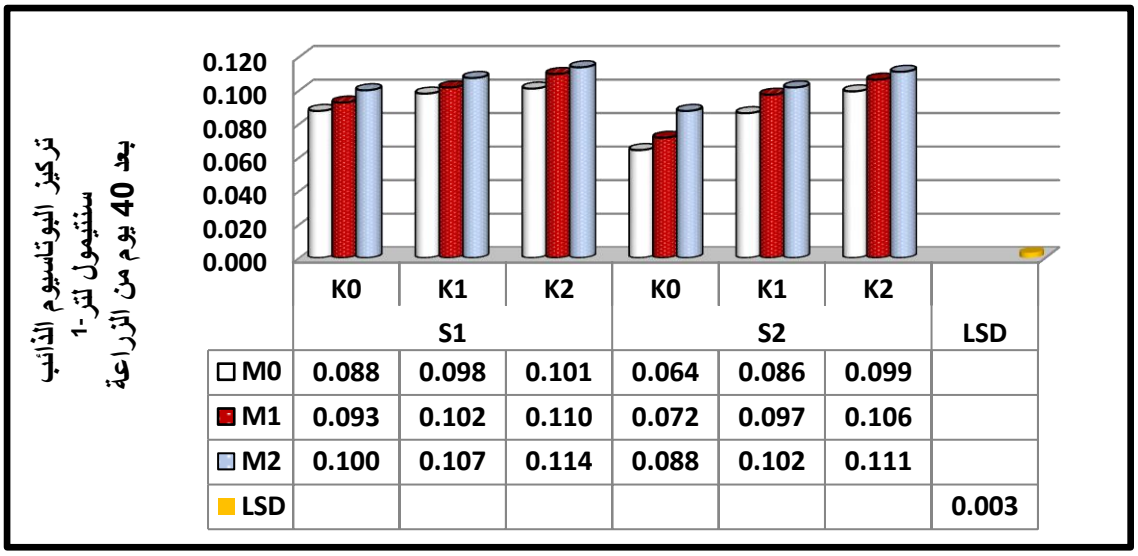
4 -النتائج والمناقشة Results & Discussion

4-1 تأثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تراكيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل خلال مراحل نمو النبات

4_1_1 البوتاسيوم الذائب (سنتيمول لتر$^{-1}$) Soluble Potassium

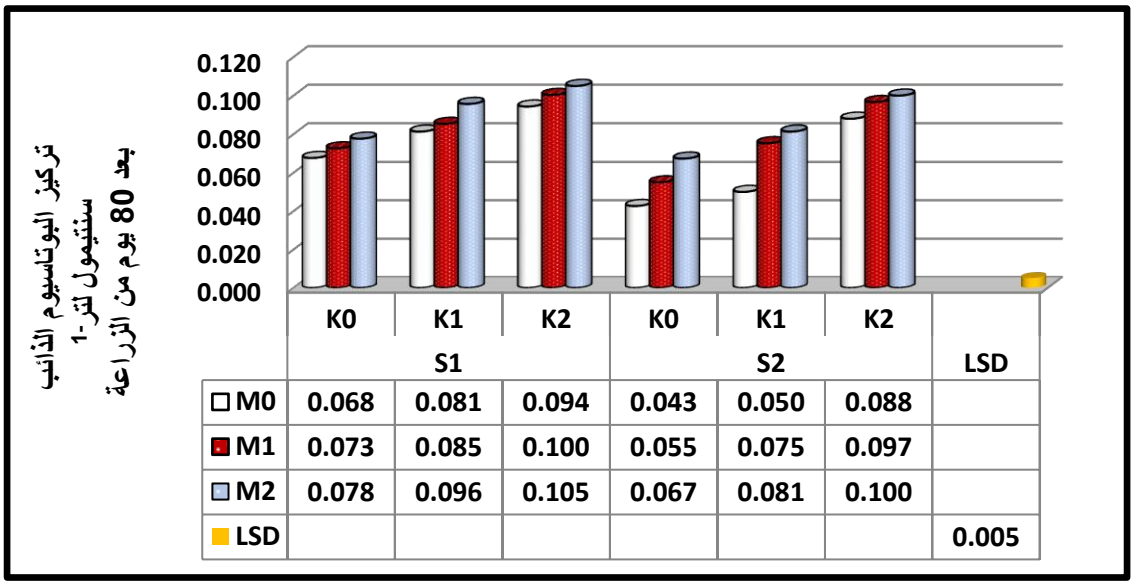
توضح الاشكال (4,3,2) والملاحق (4,3,2,) تاثير إضافة المادة العضوية ومستويات السماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة خلال مراحل نمو المحصول اي بعد مرور 40 و 80 و 120 يوم من الزراعة. ففي الموعد الاول بينت نتائج التحليل الاحصائي التفوق المعنوي لمعاملات الري للمعاملة S1 مقارنة مع معاملة ال S2 حيث اعطت تركيز للبوتاسيوم الذائب بالتربة بلغ 0.101 سنتيمول لتر$^{-1}$ مقارنة مع معاملة ال S2 الذي اعطت تركيز بلغ 0.092 سنتيمول لتر $^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت 9.78 % ، وفي الموعد الثاني بلغت نسبة الزيادة في تركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة لمعاملة الري S1 الذي اعطت تركيز بلغ 0.087 سنتيمول لتر $^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة ال S2 الذي اعطت تركيز بلغ 0.073 سنتيمول لتر $^{-1}$ حيث كانت نسبة الزيادة 19.17 % ، كذلك الموعد الثالث تفوقت معاملة ال S1 على معاملة ال S2 حيث اعطت اعلى تركيز للبوتاسيوم الذائب في محلول التربة بلغ 0.065 سنتيمول لتر $^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة ال S2 الذي اعطت تركيز بلغ 0.055 سنتيمول لتر $^{-1}$ وبنسبة زيادة 18.18 % .

ازداد تركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة عند إضافة السماد البوتاسي من 0.084 سنتيمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K0 إلى 0.099 سنتيمول لتر$^{-1}$ و 0.107 سنتيمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K1 و K2 على التتابع هذا للموعد الاول إما الموعد الثاني ايضا هناك ارتفاعا معنويا لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بإضافة السماد البوتاسي حيث ارتفع التركيز للبوتاسيوم الذائب من 0.064 سنتيمول لتر$^{-1}$ لمعاملة المقارنة K0 إلى 0.078 سنتيمول لتر$^{-1}$ و 0.097 سنتيمول لتر $^{-1}$ لمعاملة K1 و K2 على التتابع، وكذلك للموعد الثالث حيث ارتفعت نسبة تركيز البوتاسيوم مع إضافة السماد البوتاسي من 0.043 سنتيمول لتر$^{-1}$ لمعاملة المقارنة K0 إلى 0.062 سنتيمول لتر$^{-1}$ و0.075 سنتيمول لتر$^{-1}$ لمعاملة K1 و K2 على التتابع.



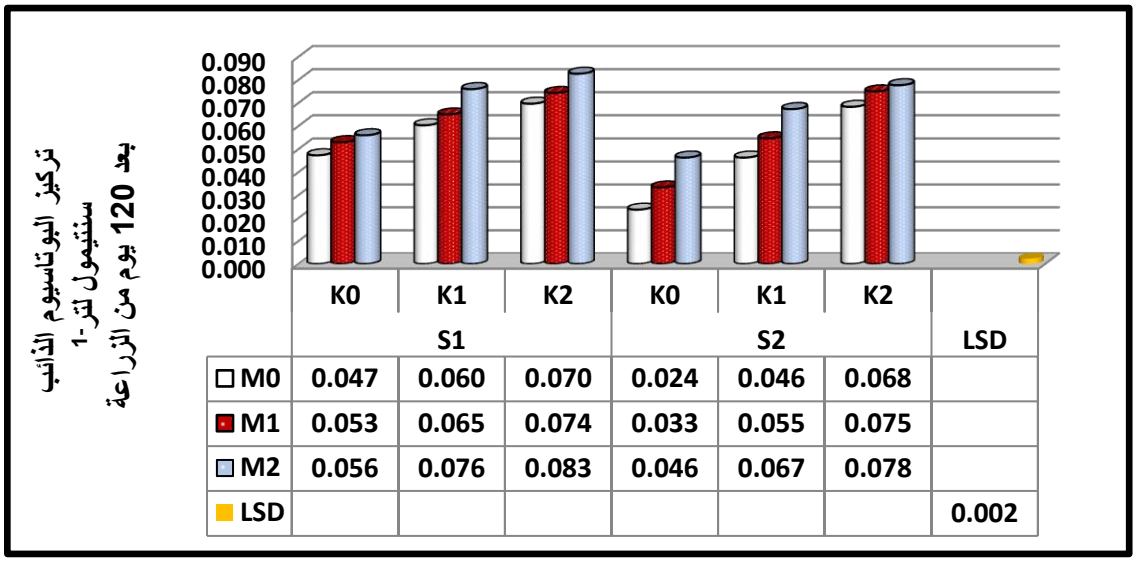
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.088	0.098	0.101	0.064	0.086	0.099	
M1	0.093	0.102	0.110	0.072	0.097	0.106	
M2	0.100	0.107	0.114	0.088	0.102	0.111	
LSD							0.003

شكل(2) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتيمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.068	0.081	0.094	0.043	0.050	0.088	
M1	0.073	0.085	0.100	0.055	0.075	0.097	
M2	0.078	0.096	0.105	0.067	0.081	0.100	
LSD							0.005

شكل(3) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتيمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.047	0.060	0.070	0.024	0.046	0.068	
M1	0.053	0.065	0.074	0.033	0.055	0.075	
M2	0.056	0.076	0.083	0.046	0.067	0.078	
LSD							0.002

شكل(4) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة (سنتيمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

تبين نتائج التحليل الاحصائي الزيادة المعنوية في تركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة مع اضاف السماد العضوي حيث اعطت معاملة المستوى M2 لإضافة المادة العضوية اعلى تركيز للبوتاسيوم الذائب بالمقارنة مع معاملة M0 و M1 والتي بلغت 0.104 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملات ال M1 و M0 الذي بلغت نسبة تركيز البوتاسيوم الذائب لهما 0.089 سنتيمول لتر $^{-1}$، 0.097 سنتيمول لتر$^{-1}$ على التتابع ، هذا للموعد الاول إما الموعد الثاني كانت نسبة الزيادة لتركيز البوتاسيوم في معاملة المستوى M2 والتي بلغت 0.088 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة المستوى M0 و M1 والذي بلغ تركيز البوتاسيوم لهما 0.071 سنتيمول لتر $^{-1}$و 0.081 سنتيمول لتر$^{-1}$ على التتابع ، ايضاً للموعد الثالث حققت معاملة المستوى M2 اعلى تركيز للبوتاسيوم الذائب والذي بلغ 0.068 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة المستوى M0 , M1 الذي بلغ تركيز البوتاسيوم لهما 0.053 سنتيمول لتر $^{-1}$ و 0.059 سنتيمول لتر$^{-1}$ على التتابع.

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي المضاف التفوق المعنوي للمعاملات ذات توليفة S1K2 خلال مراحل نمو النبات و للمواعيد الثلاثة بالمقارنة مع توليفة S2K0التي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة حيث ان للموعد الاول كانت أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة لتوليفة S1K2 بلغت 0.108 سنتيمول لتر$^{-1}$ واقل

نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة لتوليفة S2K0 بلغت 0.075 سنتيمول لتر$^{-1}$ ، في الموعد الثاني بلغت أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة 0.100 سنتيمول لتر$^{-1}$ عند التوليفة S1K2 واقل نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة 0.055 سنتيمول لتر$^{-1}$ عند التوليفة S2K0 وايضا للموعد الثالث كانت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة عند التوليفة S1K2 حيث بلغت 0.076 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع التوليفة S2K0 التي بلغ تركيز البوتاسيوم الذائب فيها 0.034 سنتيمول لتر$^{-1}$.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للتداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والمادة العضوية المضافة التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي للمستوى M2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 ومعاملة المستوى M1 مع اقل مستوى لملوحة مياه الري S1 حيث اعطت في الموعد الاول مع التداخل لملوحة مياه الري ذات توليفة S1M2 اعلى تركيز للبوتاسيوم الذائب بلغ0.107 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة S2M0 والتي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.083 سنتيمول لتر$^{-1}$ والموعد الثاني بلغت معاملة S1M2 اعلى تركيز للبوتاسيوم الذائب والذي بلغت 0.093 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة S2M0 التي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بلغت 0.060 سنتيمول لتر$^{-1}$ وكذلك للموعد الثالث حيث اعطت معاملة S1M2 أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.072 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة S2M0 التي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.046 سنتيمول لتر$^{-1}$.

بينت نتائج التحليل الاحصائي للتداخل الثنائي بين السماد البوتاسي و المادة العضوية المضافة التفوق المعنوي للمعاملات المضاف اليها السماد البوتاسي ذات مستوى K2 بالمقارنة مع باقي المستويات K0 و K1 وايضا بالنسبة للمادة العضوية المضافة التفوق المعنوي للمعاملات المضاف اليه السماد العضوي ذات المستوى M2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 ومعاملة المستوى M1 حيث ان للموعد الاول اعطت التوليفة M2K2 اعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة بلغت 0.112 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع توليفة M0K0 والتي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.076 سنتيمول لتر$^{-1}$ والموعد الثاني كانت أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة لمعاملة M2K2 والتي بلغت 0.103 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة M0K0الذي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.055 سنتيمول لتر$^{-1}$

وكذلك للموعد الثالث كانت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة لمعاملة M2K2 حيث بلغت 0.080 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع معاملة M0K0 الذي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.036 سنتيمول لتر$^{-1}$.

أظهرت نتائج التداخل الثلاثي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي و التسميد البوتاسي مع اقل مستوى لملوحة ماء الري على التداخلات التي تزداد فيها ملوحة مياه الري ،أعطى التداخل S1M2K2 اعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.114 سنتيمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع التداخل S2M0K0 والذي اعطى اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغ 0.064 سنتيمول لتر$^{-1}$ للموعد الاول إما الموعد الثاني كانت أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.105 سنتيمول لتر$^{-1}$ لمعاملة S1M2K2 واقل نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.043 سنتيمول لتر$^{-1}$ لمعاملة S2M0K0 وأيضا للموعد الثالث كانت أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.083 سنتيمول لتر$^{-1}$ لمعاملة S1M2K2 واقل تركيز للبوتاسيوم الذائب بالتربة بلغ 0.024 سنتيمول لتر$^{-1}$ وهذا يتفق مع ما أشار اليه العبدلي (2013) و حوشان (2016) والذين بينوا ان إضافة المادة العضوية أسهمت في زيادة كمية البوتاسيوم الذائب نتيجة تحللها وتحرره فضلا عن دور الاحماض الدبالية الناتجة من تحلل المادة العضوية في اذابة المركبات الحاوية على البوتاسيوم .قد يعزى تفوق المعاملات التي اضيف اليها المادة العضوية معنويا على المعاملات التي لم يضاف اليها المادة العضوية وذلك لمحتوى المادة العضوية من البوتاسيوم .

أظهرت النتائج ان لمستويات السماد البوتاسي حقق اثراً معنوياً في زيادة كمية البوتاسيوم الذائب , ويعزى ذلك إلى زيادة كمية السماد المضاف من كمية البوتاسيوم الذائب خلال مراحل النمو ويتفق هذا مع البصام وآخرون (2009) وحوشان (2016) .

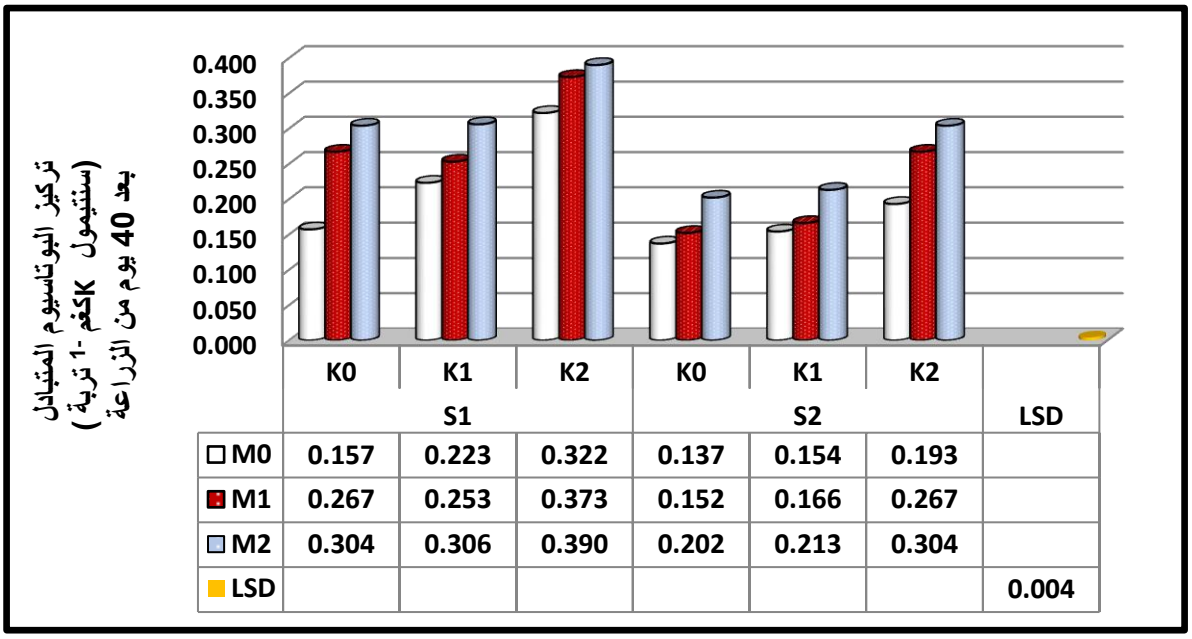
أظهرت النتائج بعد فترة 80 , 120 يوم من الزراعة ان إضافة المادة العضوية اسهم بشكل معنوي في زيادة كمية البوتاسيوم الذائب ويعزى ذلك إلى سهولة تحرر البوتاسيوم من المادة العضوية بسبب ضعف قوة الارتباط بين البوتاسيوم وقوة تجهيز المادة العضوية المتحللة بالمجاميع الكاربوكسيلية والفينولية فضلا عن محتوى المادة العضوية من البوتاسيوم الذي يمكن ان يتحرر عند تحلل تلك المخلفات وهذا يتفق مع ماتوصل اليه عبد الرسول (2009), كما نلاحظ بشكل عام انخفاض قيم البوتاسيوم الذائب مع الزمن اثناء مراحل النمو بسبب امتصاص النبات لكمية من

البوتاسيوم الذائب الموجود في وسط التوازن , والتي تعدّ احد الصيغ الجاهزة للامتصاص من قبل النبات وهذه النتائج متوافقة مع نتائج الجداول في الملاحق(5,4,3) التي توضح تركيز ايون البوتاسيوم الذائب في التربة

4_1_2 البوتاسيوم المتبادل (سنتيمولk كغم$^{-1}$ تربة) Exchangeable Potassium

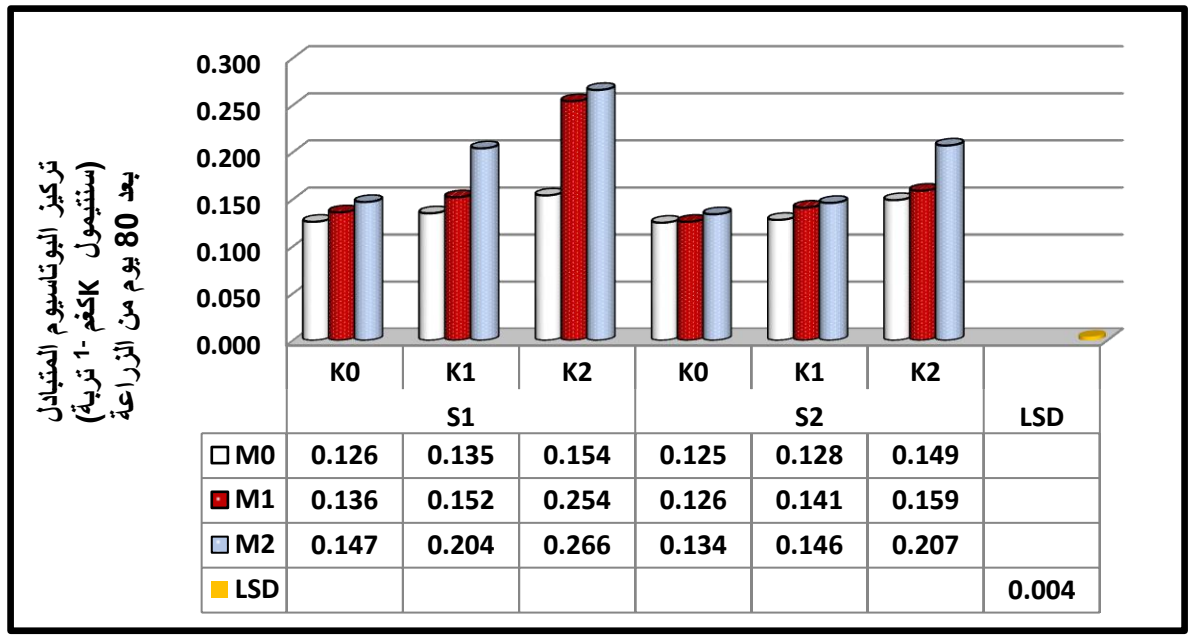
تشير النتائج الموجودة في الاشكال (7,6,5) والملاحق (7,6,5) تاثير إضافة المادة العضوية ومستويات السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل وخلال مراحل نمو المحصول للمواعيد الثلاثة. ففي الموعد الاول بينت نتائج التحليل الاحصائي التفوق المعنوي للمعاملة S1 بالمقارنة مع معاملة S2 حيث اعطت اعلى تركيز للبوتاسيوم المتبادل بلغ 0.288 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع S2 والتي اعطت اقل تركيز للبوتاسيوم المتبادل بلغ 0.199 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة ،أعطت معاملة S1 في الموعد الثاني اعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغت 0.175 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع معاملة S2 والتي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغت 0.146 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وايضا للموعد الثالث كانت أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغت 0.106 سنتيمول كغم$^{-1}$ عند معاملة S1 بالمقارنة مع معاملة S2 والتي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغت 0.104 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة .

ازداد تركيز البوتاسيوم المتبادل في محلول التربة عند إضافة السماد البوتاسي وخاصة عند المستوى K2 بالمقارنة مع المستوى K1 و K0 خلال مراحل نمو المحصول وللمواعيد الثلاثة حيث كانت نسبة الزيادة لتركيز البوتاسيوم المتبادل في الموعد الاول 7.88 % و 51.72 % للمعاملة K1 و K2 قياساً مع معاملة K0 وايضا للمعاملة K0 و K1 كانت نسبة الزيادة 40.63 % وللموعد الثاني كانت نسبة الزيادة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بين معاملة K1 و K2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة K0 بلغت 50 % و 14.39 % على التتابع وايضا لمعاملة K1 كانت نسبة زيادة بالمقارنة مع معاملة K0 والتي بلغت 31.12 % إما الموعد الثالث كانت نسبة الزيادة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بين معاملة K1 وK2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة K0 حيث بلغت 5.88 % , 3.84 % وايضا زيادة لمعاملة K1 بالمقارنة مع معاملة المقارنة K0 التي بلغت 1.96% .



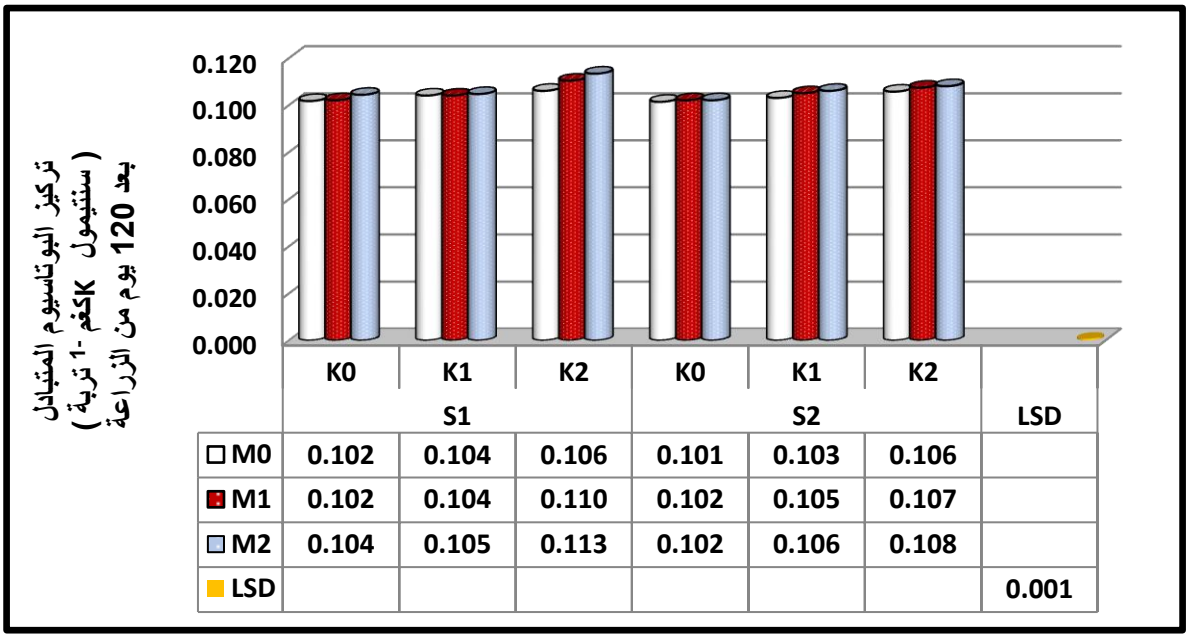
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.157	0.223	0.322	0.137	0.154	0.193	
M1	0.267	0.253	0.373	0.152	0.166	0.267	
M2	0.304	0.306	0.390	0.202	0.213	0.304	
LSD							0.004

شكل(5) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتيمول$_K$ كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 40 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.126	0.135	0.154	0.125	0.128	0.149	
M1	0.136	0.152	0.254	0.126	0.141	0.159	
M2	0.147	0.204	0.266	0.134	0.146	0.207	
LSD							0.004

شكل(6) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتيمول$_K$ كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 80 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.102	0.104	0.106	0.101	0.103	0.106	
M1	0.102	0.104	0.110	0.102	0.105	0.107	
M2	0.104	0.105	0.113	0.102	0.106	0.108	
LSD							0.001

شكل(7) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة (سنتيمول$_K$ كغم $^{-1}$ تربة) لمدة 120 يوم من الزراعة

تبين نتائج التحليل الاحصائي الزيادة المعنوية في تركيز البوتاسيوم المتبادل في محلول التربة مع إضافة المادة العضوية حيث اعطت معاملة المستوى M2 للموعد الاول لإضافة المادة العضوية او السماد العضوي أعلى تركيز للبوتاسيوم المتبادل بالمقارنة مع معاملة M0 و M1 والتي بلغت 0.287 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 ومعاملة المستوى M1 والتي كان تركيز البوتاسيوم المتبادل لهما 0.198 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة و 0.246 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة على التتابع وفي الموعد الثاني أعطت معاملة المستوى M2 اعلى تركيز للبوتاسيوم المتبادل بلغ 0.182 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع معاملة M0 و M1 والتي بلغ تركيز البوتاسيوم المتبادل فيهما 0.137 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة و 0.163 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة على التتابع وايضا للموعد الثالث كانت أعلى نسبة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند المستوى M2 الذي بلغ 0.106 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 ومعاملة المستوى M1 والذي بلغ تركيز البوتاسيوم المتبادل فيهما 0.104 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة و 0.105 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة على التتابع.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للتداخل الثنائي بين السماد البوتاسي مع ملوحه مياه الري التفوق المعنوي للمعاملات المضاف إليها السماد البوتاسي مع اقل مستوى لملوحة مياه الري ففي

الموعد الاول أعطت التوليفة S1K2 أعلى تركيز للبوتاسيوم المتبادل بلغ 0.362 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع توليفة S2K0 والتي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.164 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وفي الموعد الثاني ايضا كانت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند توليفة S1K2 والذي بلغ 0.225 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وبالمقارنة مع اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند توليفة S2K0 والذي بلغ 0.128 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وايضا للموعد الثالث اعطت التوليفة S1K2 أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.110 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع توليفة S2K0 والتي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.102 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة.

اوضحت نتائج التحليل الاحصائي للتداخل بين إضافة مستويات المادة العضوية مع ملوحة مياه الري التفوق المعنوي للمعاملات المضاف اليها السماد العضوي للمستوى M2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 ومعاملة المستوى M1 مع اقل مستوى لملوحة مياه الري S1 حيث اعطت معاملة S1M2 للموعد الاول أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.333 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة واعطت معاملة S2M0 اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.162 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وللموعد الثاني ايضا اعطت معاملة S1M2 أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.202 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع معاملة S2M0 والتي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.135 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وايضا للموعد الثالث كانت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند معاملة S1M2 والتي بلغ 0.107 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع معاملة S2M0 التي اعطت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغت 0.103 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة.

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للتداخل الثنائي بين السماد البوتاسي والسماد العضوي المضاف التفوق المعنوي للمعاملات المضاف اليها السماد البوتاسي ذات مستوى K2 بالمقارنة مع باقي المستويات K0 و K1 كذلك بالنسبة للمعاملات المضاف اليها السماد العضوي التفوق المعنوي للمعاملات ذات مستوى M2 بالمقارنة مع معاملة المستويات M0 و M1 ففي الموعد الاول أعطى التداخل M2K2 اعلى تركيز للبوتاسيوم المتبادل بلغ 0.347 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع التداخل M0K0 الذي اعطى اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغ 0.147 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وفي الموعد الثاني ايضا كانت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند التداخل M2K2بلغت 0.230 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة واقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند التداخل M0K0 بلغت 0.126 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة، كذلك للموعد الثالث أعطى التداخل M2K2 اعلى

قيمه لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغت 0.111 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة واقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل بلغت 0.102 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة.

أظهر التداخل الثلاثي بين ملوحة مياه الري والمادة العضوية المضافة ومستوى السماد البوتاسي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف اليها السماد البوتاسي والمادة العضوية المضافة واقل مستوى لملوحة مياه الري حيث اعطى التداخل S1M2K2 اعلى قيمه لتركيز البوتاسيوم المتبادل للموعد الاول بلغت 0.390 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة واقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند التداخل S2M0K0بلغت 0.137 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وفي الموعد الثاني كانت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند التداخل S1M2K2 بلغت 0.254 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة واقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند التداخل S2M0K0 بلغت 0.125 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة وايضا للموعد الثالث كانت أعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند التداخل S1M2K2 بلغت 0.113 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة بالمقارنة مع اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم المتبادل عند التداخل S2M0K0 والتي بلغت 0.101 سنتيمول كغم$^{-1}$ تربة.

يتضح من نتائج الاشكال (7,6,5,4,3,2) والملاحق (7,6,5,4,3,2) الزيادة لتركيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة مع انخفاض ملوحة مياه الري حيث ان ملوحة التربة تنخفض بشكل واضح اي يحصل لها غسل للمستويات المنخفضة من الملوحة ويحدث تراكم ملحي للمراحل المتقدمة مع استخدام المياه المالحة بالتالي يعمل على توفر الرطوبه المناسبة لجاهزية البوتاسيوم الذائب بالتربة والمتبادل مما يجعلهما سهل الامتصاص من قبل النبات حيث ان مع إرتفاع ملوحة مياه الري يقلل من تركيز البوتاسيوم المتبادل والذائب في التربة بسبب قلة المحتوى الرطوبي الذي يحصل للتربة مع إرتفاع ملوحة مياه الري نتيجة تراكم الاملاح وبالتالي قلة جاهزية البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة نتيجة لسمك الأغشية المائية والتي تحد وتقلل من حركة المغذيات حيث تتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه المشهداني والحلي (2015).

أَن زيادة الملوحة تؤدي إلى زيادة تركيز الايونات الموجبة والسالبة في محلول التربة والتي بدورها سوف يزداد التنافس الايوني على معقد التبادل بين ايون الكالسيوم والمغنيسيوم وايون الصوديوم مع البوتاسيوم مما يؤثرعلى نسبة البوتاسيوم المتبادل في التربة تتوافق هذه النتائج مع ما أشار اليه(الزيدي , 2017) .

حقق السماد البوتاسي ارتفاع معنوي في زيادة تركيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة نتيجة الإضافة حيث لاحظ تفوق المعاملات المسمدة بكبريتات البوتاسيوم وخاصة عند المستوى K2قد يعزى سبب ذلك إلى تأثير نشاط الاحياء المجهرية في التربة في ذات الموقع وخلال مراحل نمو المحصول إذ أنه نتيجة ارتفاع درجات الحرارة التي رافقت عملية الزراعة وبوجود ايون الكبريتات الذي يعد من الايونات المهمة لنمو الاحياء المجهرية بالإضافة إلى دور الكبريتات في خفض قيم pH في التربة والتي بدورها تزيد من جاهزية البوتاسيوم في التربة نتيجة لاذابة بعض المركبات والمعادن الحاوية على البوتاسيوم في التربة وبالتالي تعمل على زيادة تركيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة ويعزى سبب ذلك الدور السمادي المضاف للتربة حيث لاحظ تفوقا معنويا للمستويات المضافة مقارنة مع معاملة المقارنة هذا حسب ماتوصل اليه Song وآخرون (2009) و الدلفي (2013) و الزيدي (2017).

كان للسماد العضوي المضاف دور معنوي في زيادة تركيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة خلال مراحل نمو النبات حيث تفوقت معاملات المستوى M2 على باقي المعاملات قياسا بمعاملة المقارنة M0 ويعزى السبب في ذلك الى ان إضافة السماد العضوي للتربة يزيد من تركيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل في محلول التربة من خلال احلال ايون الهيدروجين H^+ الناتج من تفكك الاحماض العضوية محل ايون البوتاسيوم K^+على اسطح التبادل ، حيث ان إضافة المادة العضوية للتربة تضيف مواقع ربط جديدة فضلا عن مواقع الربط الموجودة في التربة ، كذلك أن المادة العضوية تمتاز بسعة تبادلية كاتيونية عالية وبذلك يزداد مخزون التربة من المغذيات الجاهزة للامتصاص من قبل النبات فضلا عن ان المادة العضوية تعد مصدرللبوتاسيوم في التربة وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه عبد الرسول (2007) و العبيدي والحمداني(2010) و الزيدي (2017) .

للتداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والتسميد البوتاسي نلاحظ التفوق المعنوي مع إضافة السماد البوتاسي وانخفاض ملوحة مياه الري وقد يعزى سبب ذلك إلى تأثير كمية السماد البوتاسي المضافة في تركيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة وإلى دور مياه الري المستخدمة ولكون السماد البوتاسي المستخدم ذات تأثير حامضي في التربة بالتالي يعمل على خفض ملوحة التربة وخلب الايونات مكونة معها مركبات سهلة الغسل , ان زيادة الملوحة تزيد من ايون الكالسيوم الذي يؤثر على جاهزية البوتاسيوم , وبما أن السماد يحتوي على عنصر البوتاسيوم الضروري لنمو النبات والذي له دور في تقليل الاجهاد الملحي حيث يساعد الوجود العالي الكمية للبوتاسيوم في

عصارة النسيج الوعائي الخشبي على خفض الجهد المائي للجذور مما يزيد من امتصاص الماء والمغذيات بسهولة وبالتالي يعزز نمو الجذور و يعمل على مساعدة النبات لمقاومة ملوحة التربة ومياه الري وهذا يتفق مع ماتوصل اليه ياسين وابراهيم (2014) و اللامي (2018).

يظهرمن المعاملات المعتمدة أَن مستويات السماد المضاف اثر معنويا في زيادة كمية البوتاسيوم المتبادل خلال مراحل النمو وقد يعود تفوق المستوىK2 على المستوى K1 ومستوى K0 خلال مراحل النموقد يعود إلى دور البوتاسيوم المضاف في تجهيز البوتاسيوم المتبادل وهذا ما أكده العبدلي (2013) و البنداوي (2017) من ان إضافة السماد البوتاسي اسهم في المحافظة على مستوى البوتاسيوم الجاهز في التربة .

أظهرت نتائج التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي المضاف الزيادة المعنوية عند إضافة السماد مع انخفاض الملوحة وهذا يدل على دور توفر الرطوبة الملائمة خلال مراحل نمو النبات في زيادة مستوى البوتاسيوم الذائب والمتبادل مع إضافة مستويات المادة العضوية وقد يعزى سبب ذلك إلى تحلل المادة العضوية المضافة وانتاجها احماض عضوية وثنائي اوكسيد الكاربون التي تؤثر في أذابة بعض المركبات الحاوي على البوتاسيوم والمعادن ، ممايجعل العناصر اكثر جاهزية ولاسيما البوتاسيوم ، كما يؤثر السماد العضوي المضاف في زيادة السعة التبادلية الكاتيونية وبذلك يزداد مخزون التربة من المغذيات الجاهزة للامتصاص من قبل النبات كما ان المادة العضوية تعد مصدر مباشر للبوتاسيوم ويلاحظ أيضا انخفاض البوتاسيوم الذائب والمتبادل مع زيادة مدد النمو في التربة بالمقارنة مع مدة 40 يوما من الزراعة وهذا يشير إلى أن البوتاسيوم الذائب والمتبادل والذي يسمى بالبوتاسيوم الجاهز الذي يستهلكه النبات اعلى من الذي تم تجهيزه وعدم وجود زيادة لتعويض مايستنزف من النبات فيما لم تكن هذه الكميات كافية لتعويض البوتاسيوم الذائب والمتبادل بالإضافة إلى الفقد عن طريق الغسل في بعض الأحيان مع الزمن، وكذلك يعود سبب الانخفاض إلى تزايد مستوى المتطلبات النباتية خلال هذه المرحلة للعناصر الغذائية في التربة ومنها البوتاسيوم وهذا يتفق مع ما توصل اليه الشحماني (2015) و بريسم وتركي (2019) و مجيد (2020) .

أظهرت نتائج التحليل الاحصائي للتداخل الثنائي بين السماد البوتاسي والمادة العضوية المضافة ارتفاع تركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة والمتبادل مع إضافة السماد البوتاسي والمادة العضوية مع انخفاض ملوحة مياه الري وهذا يدل على أهمية توفير مستويات ملائمة من المادة

العضوية لينعكس دورها في الحفاظ على مستويات البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة وبزيادة السعة التبادلية الكاتيونية للتربة وإضافة العديد من العناصر الضرورية لنمو النبات والاحتفاظ بالمحتوى الرطوبي وزيادة نشاط الاحياء المفيدة بالتربة وذلك لما تقوم به المادة العضوية المضافة من دور في زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء والعناصر المغذية التي يحتاجها النبات حيث تعد المادة العضوية مخزونا رئيسيا للعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات حيث ينطلق ثاني أوكسيد الكاربون اثناء تحللها وهذا بدوره يدخل في عملية التمثيل الضوئي مما يساعد في تحويل النتروجين والفسفور والكبريت وغيرها من العناصر الغذائية إلى صورة صالحة للاستعمال من قبل النبات ، كما ان إضافة السماد البوتاسي له دور في تطوير الجذور وجعلها قوية وتحمل الاجهادات وانتاج أنسجة نباتية جيدة حيث ان للبوتاسيوم دور مهم لمساعدة النباتات لمقاومة الأمراض من خلال دعم وانتاج الهرمونات والانزيمات النباتية الضرورية لنجاح أليات الدفاع عن النبات ، كذلك يؤدي دوراً مهماً في تنظيم توازن الماء في النباتات مما يجعله أكثر قدرة على تحمل ظروف الجفاف لذلك يمكن القول ان تاثير التداخل الثنائي بين السماد المضاف ومحتوى المادة العضوية أظهرت النتائج تاثير وجود فروقات معنوية لاغلب المعاملات ويعزى السبب إلى تاثير كل من المادة العضوية والسماد المضاف في كمية البوتاسيوم المتبادل عند مدد النمو وهذا يتفق مع ما وجده العبدلي (2013) و العزاوي(2018) و الذهيباوي (2021).

حقق التداخل الثلاثي التفوق المعنوي لتركيز البوتاسيوم المتبادل والذائب في التربة مع إضافة السماد البوتاسي والسماد العضوي وانخفاض ملوحة مياه الري خلال مراحل نمو النبات حيث يزداد تركيز البوتاسيوم الذائب والمتبادل في التربة مع ازدياد إضافة المادة العضوية ومستويات السماد البوتاسي لما يقومان به من دور مشترك بين المادة العضوية المضافة والسماد البوتاسي اللذان يعملان على خفض ملوحة التربة وخفض الـpH لها وتركيز الايونات الموجبة الذائبة وبالتالي لهما دور ايجابي عن طريق زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية الأخرى مما يشير إلى أهمية التداخل بين توفر المحتوى الرطوبي الملائم للتربة ومستوى السماد العضوي المضاف وزيادة مستوى السماد البوتاسي في المحافظة على معدلات البوتاسيوم الذائب بالتربة والمتبادل خلال فترة نمو النبات وهذا بحسب ما توصل اليه مجيد (2020). وقد يعزى التاثير المتداخل بين عوامل الدراسة الثلاث إلى تاثير كل من المادة العضوية والسماد المضاف في كمية البوتاسيوم المتبادل في المراحل المبكرة إما المرحلة المناظرة فقد لوحظ بشكل

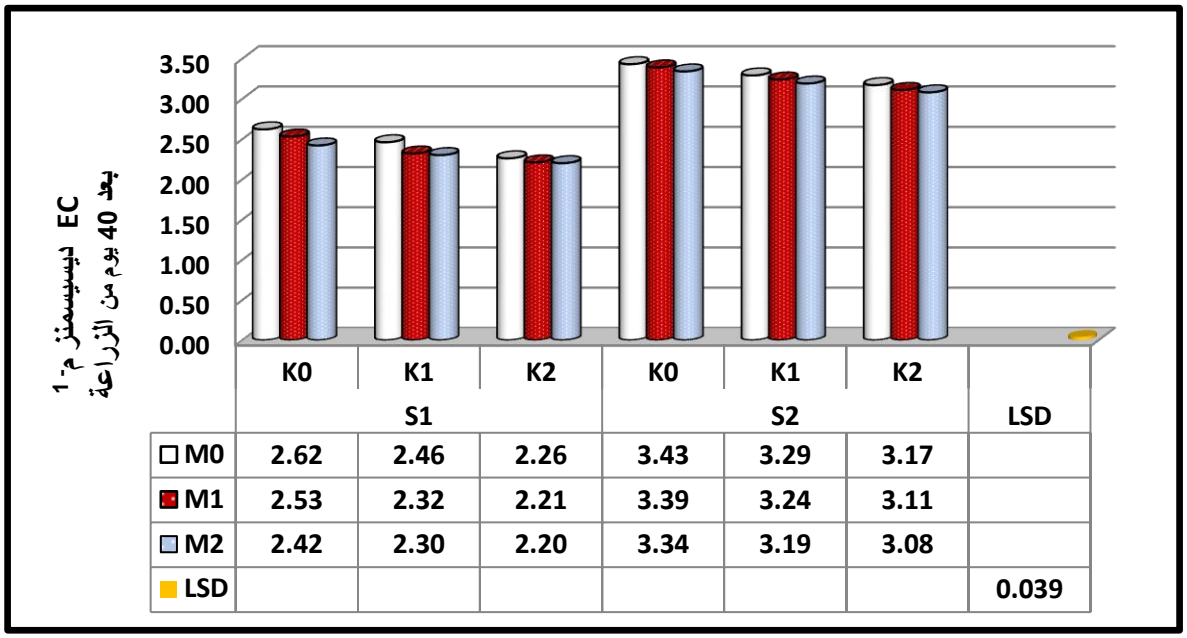
عام انخفاض قيم البوتاسيوم المتبادل مع الزمن بسبب امتصاص النبات للكمية من البوتاسيوم من وسط النمو التي تعدّ احدى الصيغ الجاهزة للامتصاص من قبل النبات , وجاءت هذه النتائج متوافقة مع ماتم الحصول عليه من الكمية الممتصة من النبات .

2-4 تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في بعض صفات التربة الكيميائية خلال مراحل نمو النبات

1-2-4 الايصالية الكهربائية للتربة (ديسيسمنز م $^{-1}$)

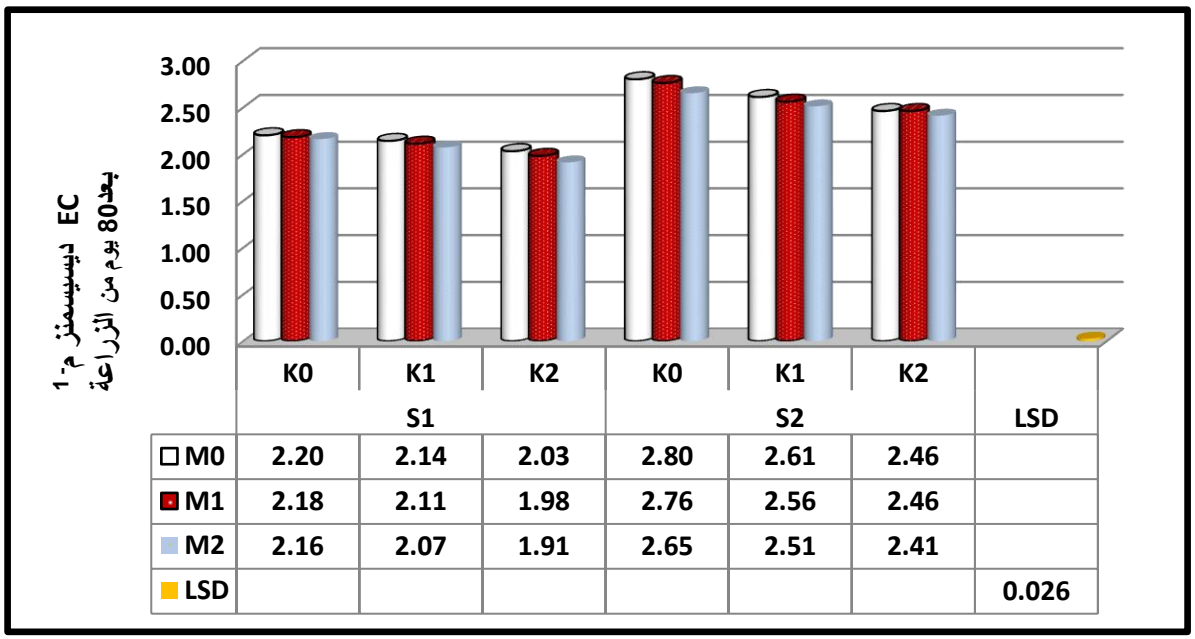
يوضح الشكل (8 ، 9 ، 10) والملحق (8 ،9 ،10) الحصول على زيادة معنوية في متوسط الايصالية الكهربائية للتربة ولثلاث مواعيد (بعد مرور 40 و 80 و 120 يوم من الزراعة) مع زيادة ملوحة مياه الري إذ بلغت الزيادة 37.13 % للمستوى S2 بالمقارنة مع S1 للموعد الاول إما الموعد الثاني كانت نسبة الزيادة 23.44 % للمستوى S2 بالمقارنة مع S1 وايضا للموعد الثالث بلغت الزيادة 31.90 % للمستوى S2 بالمقارنة مع مستوى S1 ، سجلت معاملة السماد البوتاسي المستوى K2 أقل ايصالية كهربائية من المستوى K1 ومعاملة المقارنة K0 إذ كانت نسبة الانخفاض 9.49 % و 5.08% على التتابع هذا في الموعد الاول إما في الموعد الثاني كانت نسبة الانخفاض 10.16 % و 5.28% على التتابع وايضا للموعد الثالث بلغت نسبة الانخفاض 16.50% و 8.25% على التتابع ، كذلك المستوى K1 أعطى انخفاضا معنويا في قيمة الايصالية الكهربائية بالمقارنة مع معاملة المقارنة K0 فكانت نسبة الانخفاض للموعد الاول بلغت 4.64% و الموعد الثاني بلغت 5.15 % كذلك للموعد الثالث كانت نسبة الانخفاض 8.99 % وكانت جميع المتوسطات بينها فروق معنوية .

حققت معاملة التسميد العضوي للمستوى M2 انخفاضا معنويا في قيمة الايصالية الكهربائية للتربة بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 والمستوى M1 خلال مراحل نمو المحصول ففي الموعد الاول كانت نسبة الانخفاض 4.18 % و 2.43 % على التتابع و الموعد الثاني بلغت نسبة الانخفاض 4.20 % و 1.68% على التتابع وايضا للموعد الثالث بلغت نسبة الانخفاض فيه 5.67 % و 2.06 % على التتابع إما بالمقارنة بين معاملة المستوى M1 ومعاملة المقارنة M0 فكانت نسبة الانخفاض للموعد الاول 1.78% وللموعد الثاني 2.56% إما الموعد الثالث بلغت نسبة الانخفاض 3.68% .



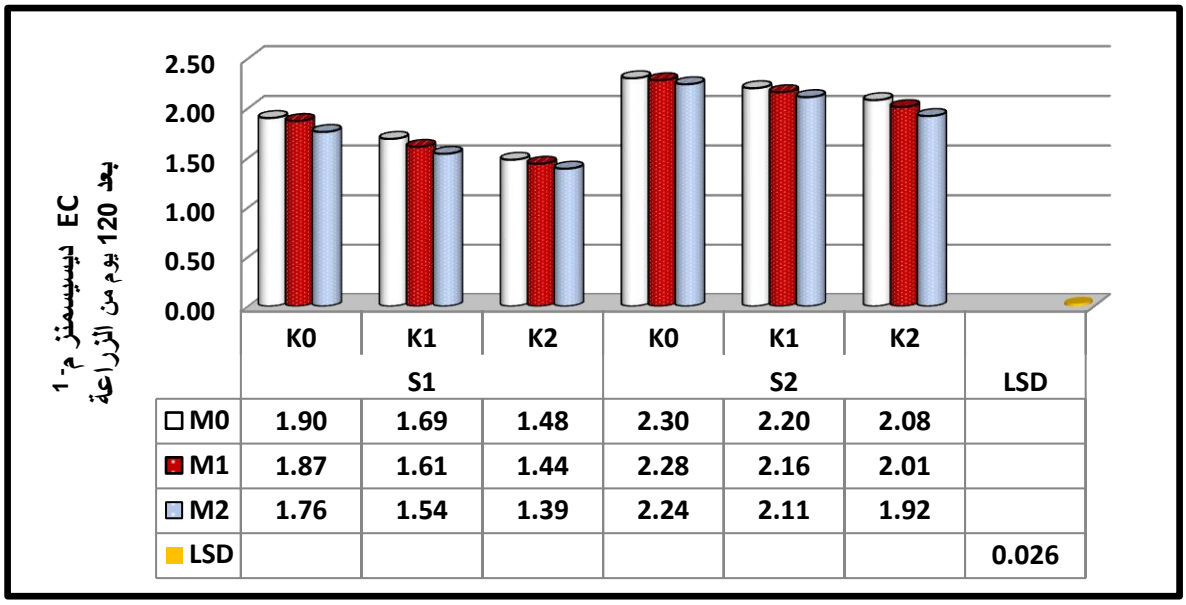
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	2.62	2.46	2.26	3.43	3.29	3.17	
M1	2.53	2.32	2.21	3.39	3.24	3.11	
M2	2.42	2.30	2.20	3.34	3.19	3.08	
LSD							0.039

شكل (8) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	2.20	2.14	2.03	2.80	2.61	2.46	
M1	2.18	2.11	1.98	2.76	2.56	2.46	
M2	2.16	2.07	1.91	2.65	2.51	2.41	
LSD							0.026

شكل (9) تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	1.90	1.69	1.48	2.30	2.20	2.08	
M1	1.87	1.61	1.44	2.28	2.16	2.01	
M2	1.76	1.54	1.39	2.24	2.11	1.92	
LSD							0.026

شكل (10) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

أظهرت نتائج التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي عن عدم وجود فروق معنوية للموعد الأول إما الموعد الثاني والثالث يتبين وجود فروق معنوية حيث كانت اقل قيمة للايصالية الكهربائية للتربة عند التداخل S1K2 بلغت 2.22 ديسيسمنز م $^{-1}$ في الموعد الاول وفي الموعد الثاني بلغت اقل قيمة للايصالية الكهربائية 1.97 ديسيسمنز م $^{-1}$ وكذلك للموعد الثالث كانت اقل قيمة للايصالية الكهربائية عند التداخل S1K2 بلغت 1.44 ديسيسمنز م $^{-1}$ بينما كانت أعلى قيمة للايصالية الكهربائية للتربة عند التداخل S2K0 ففي الموعد الاول كانت قيمتها 3.39 ديسيسمنز م $^{-1}$ والموعد الثاني بلغت 2.74 ديسيسمنز م $^{-1}$ وكذلك للموعد الثالث كانت أعلى قيمة عند التداخل S2K0 بلغت 2.28 ديسيسمنز م $^{-1}$.

إما التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي أظهر وجود فروقا معنوية بين معاملة المقارنة وباقي المعاملات في نفس المستوى الملحي وكذلك بين كل مستويين لملوحة مياه الري وخلال ثلاث مواعيد فالموعد الاول أعطى التداخل S1M2 أقل قيمة للايصالية الكهربائية للتربة بلغت 2.30 ديسيسمنز م $^{-1}$ وفي الموعد الثاني بلغت 2.04 ديسيسمنز م $^{-1}$ والموعد الثالث بلغت النسبة 1.56 ديسيسمنز م $^{-1}$ بينما أعطى التداخل S2M0 أعلى قيمة للايصالية الكهربائية

للتربة ففي الموعد الاول بلغت النسبة 3.30 ديسيسمنز م$^{-1}$ والموعد الثاني كانت النسبة 2.62 ديسيسمنز م$^{-1}$ والموعد الثالث بلغت أعلى قيمة 2.19 ديسيسمنز م$^{-1}$ للتداخل S2M0 ايضا .

إما التداخل بين السماد العضوي M والسماد البوتاسي K ففي الموعد الاول كان هناك انخفاضا معنويا في قيمة الايصالية الكهربائية بنفس الاتجاه بالنسبة للمعاملتين فكانت أقل قيمة للايصالية الكهربائية لاعلى مستوى للتسميد البوتاسي K2 وكذلك بالنسبة للسماد العضوي إذ حققت معاملة السماد العضوي M2 اقل قيمة للايصالية الكهربائية للتربة قياسا مع معاملة المقارنة M0 والمستوى M1 إذ بلغت 2.64 ديسيسمنز م$^{-1}$ إما الموعد الثاني كانت اقل قيمة للايصالية الكهربائية للتربة عند التداخل M2K2 بلغت 2.16 ديسيسمنز م$^{-1}$ واعلى قيمة بلغت 2.50 ديسيسمنز م$^{-1}$ عند التداخل M0K0 إما الموعد الثالث فكانت اقل قيمة 1.66 ديسيسمنز م$^{-1}$ واعلى قيمة 2.10 ديسيسمنز م$^{-1}$.

إما التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة ففي الموعد الاول كان هناك انخفاضا معنويا في قيمة الايصالية الكهربائية للتربة في ثلاثة اتجاهات وهي اقل ملوحة لمياه الري S1 وإضافة السماد العضوي M2 وكذلك إضافة السماد البوتاسي K2 فكانت أقل قيمة للايصالية الكهربائية 2.20 ديسيسمنز م$^{-1}$ للتداخل S1M2K2 واعلى قيمة بلغت 3.43 ديسيسمنز م$^{-1}$ للتداخل S2M0K0 إما في الموعد الثاني كانت اقل قيمة 1.91 ديسيسمنز م$^{-1}$ للتداخل S1M2K2 واعلى قيمة بلغت 2.80 ديسيسمنز م$^{-1}$ للتداخل S2M0K0 وكذلك للموعد الثالث كانت اقل قيمة للايصالية الكهربائية للتربة بلغت 1.39 ديسيسمنز م$^{-1}$ عند التداخل S1M2K2 واعلى قيمة بلغت 2.30 ديسيسمنز م$^{-1}$ عند التداخل S2M0K0 .

من الاشكال السابقة(8 و 9 و10) يتضح ان هناك زيادة لملوحة التربة ويعزى ذلك إلى التراكم المستمر للايونات خلال موسم النمو وارتفاع درجات الحرارة التي تزيد من معدلات التبخر وتراكم الاملاح خلال عمق ماء الري وهذا يتفق مع ما وجده سلمان (2016) و عبد الواحد (2021) و سهم (2023) .إما إضافة السماد العضوي إلى التربة فقد يؤدي إلى الانخفاض المعنوي في المؤشرات السابقة بسبب تحسين السماد العضوي للصفات الكيميائية و الفيزيائية للتربة وخلب بعض الايونات ويجعلها اكثر ذوبانية وانتشار وتكوين مركبات سهلة الغسل وبذلك يقل تركيزها في المنطقة الجذرية ويقل تاثيرها السلبي على النبات ويتفق هذا مع نتائج حسين (2022) و Hafez وآخرون (2022) .

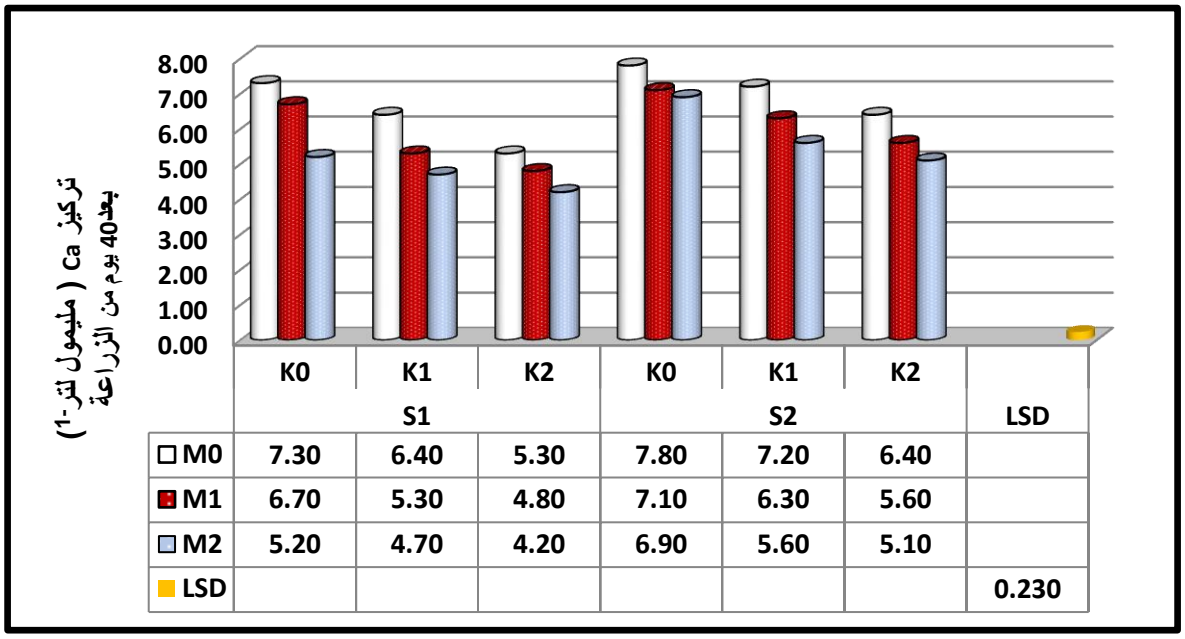
4_2_2 تأثيرالتسميد العضوي والبوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الايونات الموجبة (K,Na,Mg,Ca)

4_2_2_1 الكالسيوم (مليمول لتر$^{-1}$)

يتضح من الاشكال (13,12,11) والملاحق (13,12,11) زيادة تركيز ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة مع زيادة ملوحة مياه الري وخلال ثلاث مواعيد ففي الموعد الأول كانت اقل قيمة لتركيز ايون الكالسيوم 5.50 مليمول لتر $^{-1}$ للمعاملة S1 إما أعلى قيمة لتركيز الكالسيوم بلغت 6.40 مليمول لتر$^{-1}$ للمعاملة S2 وفي الموعد الثاني إذ كانت اقل قيمة لتركيز ايون الكالسيوم بلغت 1.70 مليمول لتر$^{-1}$ للمعاملة S1 وأعلى قيمة لتركيز ايون الكالسيوم بلغت 2.30 مليمول لتر$^{-1}$ للمعاملة S2 إما في الموعد الثالث كانت اقل قيمة لتركيز ايون الكالسيوم بلغت 0.75 مليمول لتر$^{-1}$ للمعاملة S1 واعلى قيمة لتركيز ايون الكالسيوم بلغت 0.87 مليمول لتر$^{-1}$ للمعاملةS2 .

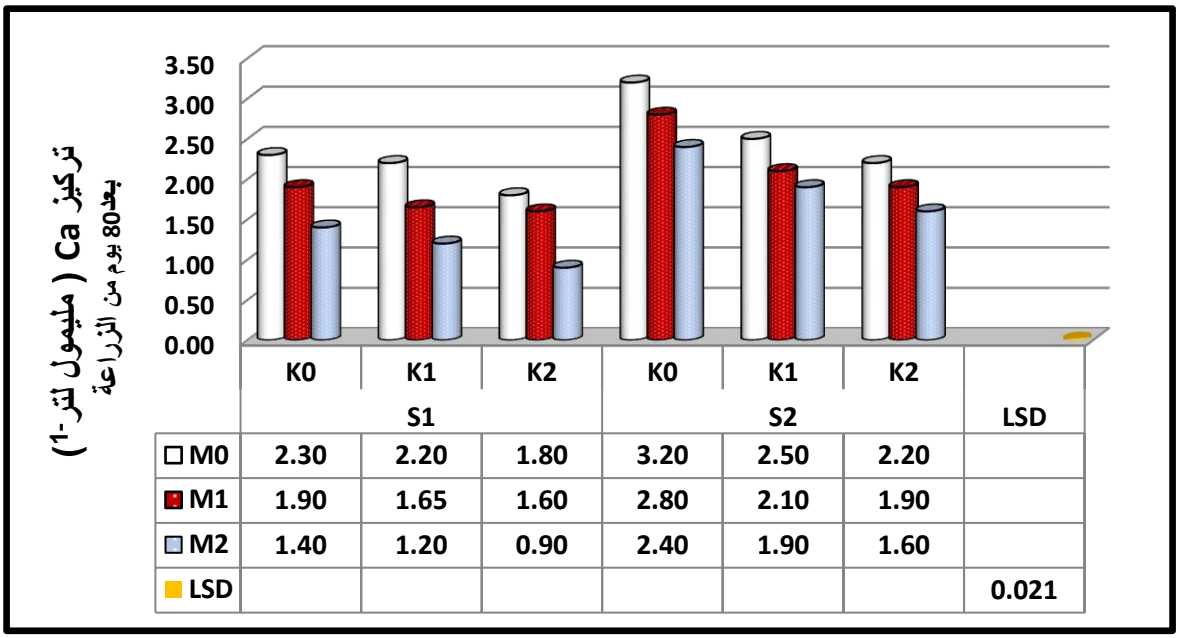
بينت نتائج التحليل الاحصائي الانخفاض المعنوي لتركيز ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة مع إضافة السماد العضوي إذ انخفضت قيمة ايون الكالسيوم من 6.70 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M0 إلى 5.30 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M2 هذا في الموعد الاول إما الموعد الثاني أذ انخفضت من 2.40 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M0 إلى 1.60 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M2 كذلك في الموعد الثالث انخفضت قيمة ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة مع إضافة السماد العضوي من 0.89 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M0 إلى 0.73 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M2 .

مع إضافة السماد البوتاسي بينت نتائج التحليل الاحصائي ألانخفاض المعنوي لقيمة ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة من 6.80 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K0 إلى 5.20 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K2 وبنسبة أنخفاض 23.52 % هذا للموعد الاول إما الموعد الثاني كان ألانخفاض المعنوي لقيمة ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة من 2.30 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K0 إلى 1.70مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K2 وبنسبة أنخفاض بلغت 26.08 % وايضا للموعد الثالث بلغ ألانخفاض لقيمة ايون الكالسيوم من 0.97 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K0 إلى 0.63 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة K2 وبنسبة انخفاض 30.05 % .



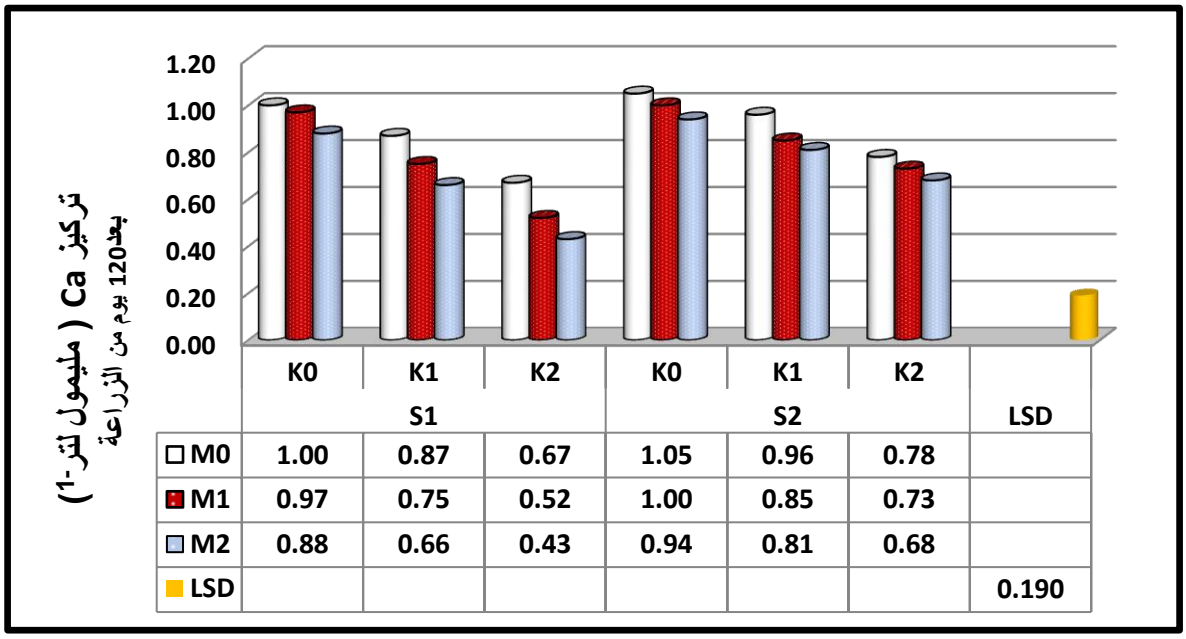
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	7.30	6.40	5.30	7.80	7.20	6.40	
M1	6.70	5.30	4.80	7.10	6.30	5.60	
M2	5.20	4.70	4.20	6.90	5.60	5.10	
LSD							0.230

شكل (11) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	2.30	2.20	1.80	3.20	2.50	2.20	
M1	1.90	1.65	1.60	2.80	2.10	1.90	
M2	1.40	1.20	0.90	2.40	1.90	1.60	
LSD							0.021

شكل (12) تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	1.00	0.87	0.67	1.05	0.96	0.78	
M1	0.97	0.75	0.52	1.00	0.85	0.73	
M2	0.88	0.66	0.43	0.94	0.81	0.68	
LSD							0.190

شكل (13) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون الكالسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

نلاحظ من التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي للموعد الاول اتضح بعدم وجود فروق معنوية بين النتائج إذ أعطى اعلى تركيز عند التداخل S2K0 بلغ 7.30 مليمول لتر$^{-1}$ بينما اقل تركيز بلغ 4.80 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1K2 إما الموعد الثاني نلاحظ في التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والتسميد البوتاسي زيادة التركيز للكالسيوم كلما زادت ملوحة مياه الري أذا أعطى اعلى تركيز عند التداخل بلغ 2.80 مليمول لتر$^{-1}$ بينما اقل تركيز بلغ 1.43 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1K2 كذلك للموعد الثالث أعطى زيادة تركيز ايون الكالسيوم مع زيادة ملوحة مياه الري إذ أعطى اعلى تركيز 1.00 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل بين S2K0 واقل تركيز بلغ 0.54 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1K2 .

حقق السماد العضوي M2 انخفاضا معنويا كبيراً في تركيز ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة قياسا بمعاملة المقارنة M0 وعند التداخل مع ملوحة مياه الري S ففي الموعد الاول إذا أعطى التداخل S1M2 أقل تركيز للكالسيوم الذائب في محلول التربة بلغ 4.70 مليمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع التداخل S2M0 الذي اعطى اعلى تركيز بلغ 7.10 مليمول لتر$^{-1}$ كذلك الموعد الثاني أعطى التداخل الثنائي S1M2 اقل تركيز للكالسيوم الذائب بالتربة بلغ 1.20 مليمول لتر$^{-1}$ واعطى التداخل S2M0 اعلى تركيز للكالسيوم الذائب بالتربة بلغ 2.60 مليمول لتر$^{-1}$ وايضا الموعد الثالث

أعطى التداخل S1M2 اقل تركيز للكالسيوم الذائب بالتربة بلغ 0.66 مليمول لتر$^{-1}$ واعطى التداخل S2M0اعلى تركيز للكالسيوم الذائب بالتربة بلغ 0.93 مليمول لتر$^{-1}$. الانخفاض المعنوي للتداخل الثنائي بين السماد العضوي و التسميد البوتاسي نلاحظ في تركيز ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة للمعاملات M2, M1, M0 مع ثبات المعاملة K وكذلك بالنسبة للمعاملات K0 K1,K2, مع ثبات المعاملة M أذ بلغ اعلى تركيز7.50 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M0K0 واقل تركيز بلغ 4.70 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M2K2 هذا للموعد الاول إما الموعد الثاني بلغ اعلى تركيز 2.70 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M0K0 واقل تركيز بلغ 1.30 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M2K2وايضا للموعد الثالث كان اعلى تركيز بلغ 1.03 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M0K0 واقل تركيز بلغ 0.55 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M2K2 .

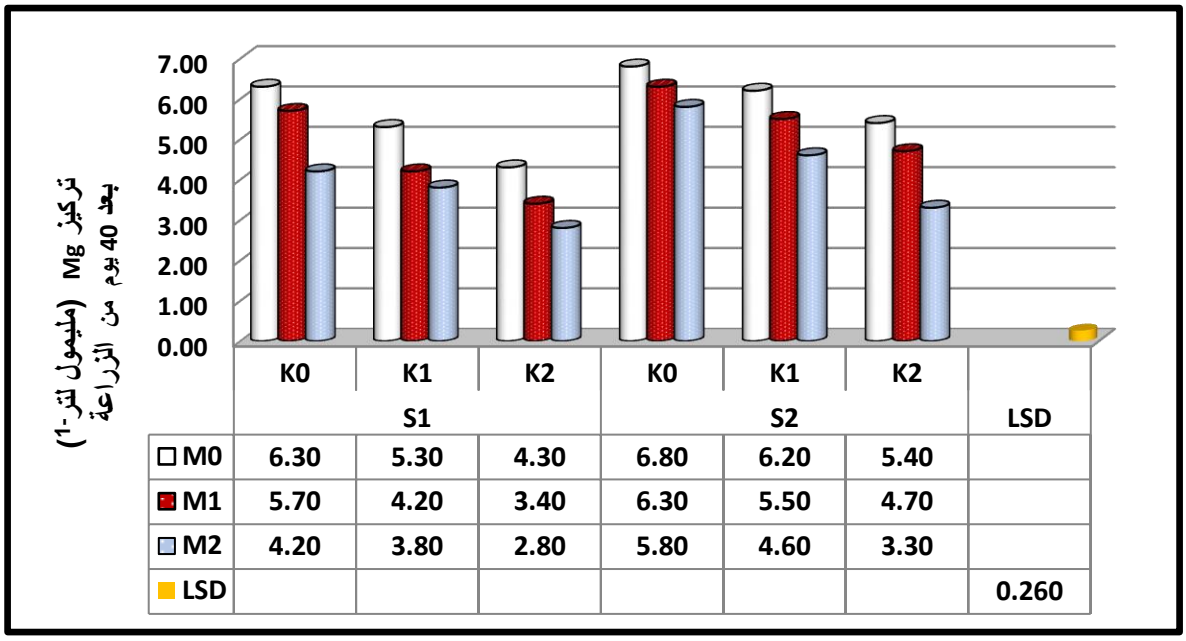
أظهرت نتائج التداخل الثلاثي لعوامل الدراسة الثلاث نفس منحى التداخلات الثنائية لجميع المعاملات المستخدمة في التجربة وهذا من الامور الإيجابية جدا كون جميع المعاملات لها تأثير في تغير قيم الصفات المدروسة إذ تحققت اقل قيمة للكالسيوم الذائب بالتربة بلغت 4.20 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S1M2K2 إما أعلى قيمة فكانت 7.80 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S2M0K0 وبنسبة زيادة 85.71% هذا للموعد الاول إما الموعد الثاني إذ تحققت اقل قيمة لتركيز ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة 0.90 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S1M2K2 إما أعلى قيمة فكانت 3.20 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S2M0K0 وبنسبة زيادة بلغت 255.55% كذلك للموعد الثالث تحققت اقل قيمة للكالسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.43 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1M2K2 واعلى قيمة كانت 1.05 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2M0K0 وبنسبة زيادة بلغت 144.18% وهذا يكون فرق كبير بالزيادة ودليل على الدور الثلاثي لملوحة مياه الري والسماد العضوي والسماد البوتاسي في التأثير في قيمة ايون الكالسيوم الذائب في محلول التربة.

4_2_2_2 المغنسيوم (مليمول لتر $^{-1}$)

يتضح من الشكل (16,15,14) والملحق (16,15,14) ومن نتائج التحليل الاحصائي الزيادة في تركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة مع زيادة تركيز ملوحة مياه الري إذ كانت نسبة الزيادة 22.7% للمعاملة S2 بالمقارنة مع معاملة S1 هذا للموعد الاول إما الموعد

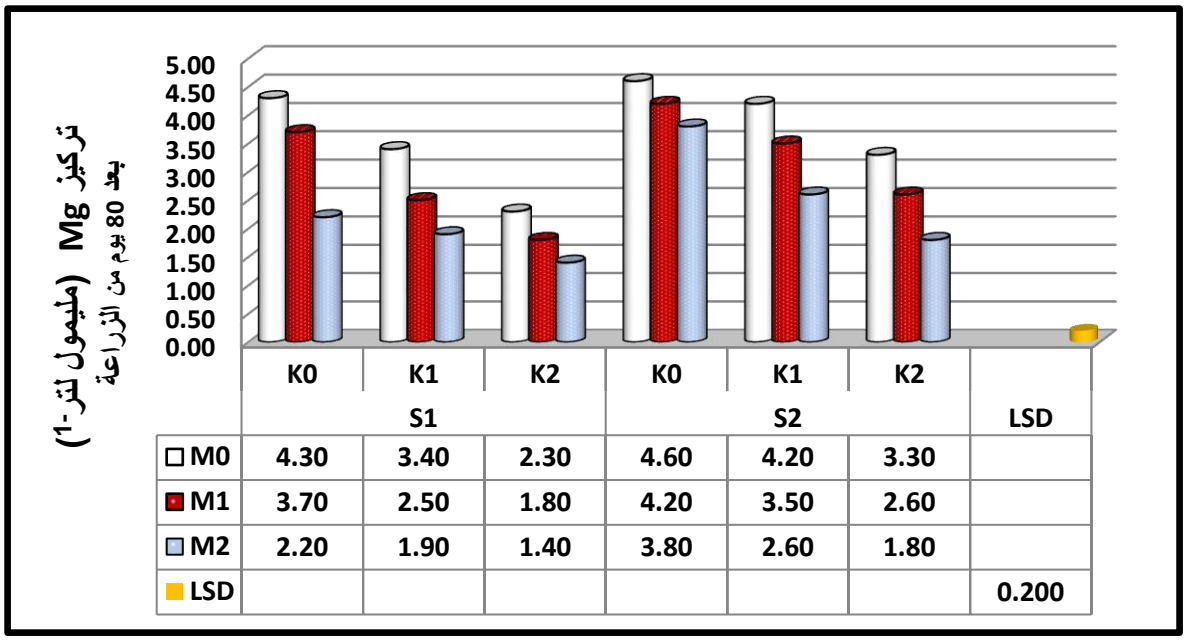
الثاني كانت نسبة الزيادة 30.76% للمعاملة S2 بالمقارنة مع معاملة S1 كذلك كانت نسبة الزيادة للموعد الثالث 41.17% للمعاملةS2 بالمقارنة مع معاملةS1 .

تبين نتائج التحليل الاحصائي الانخفاض في قيمة ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة عند استخدام التسميد البوتاسي فكانت نسبة الانخفاض لقيمة ايون المغنسيوم الذائب بالتربة من 5.90 مليمول لتر $^{-1}$ لمعاملة المقارنة K0 إلى 4.90 مليمول لتر$^{-1}$، 4.00 مليمول لتر $^{-1}$ للمعاملتين K2 K1, على التتابع هذا للموعد الاول إما الموعد الثاني نلاحظ انخفاض لقيمة ايون المغنسيوم الذائب بالتربة من 3.80 مليمول لتر $^{-1}$ لمعاملة المقارنة K0 إلى 3.00 مليمول لتر $^{-1}$ ، 2.20 مليمول لتر $^{-1}$ للمعاملتين K1 وK2 على التتابع وايضا للموعد الثالث كانت نسبة الانخفاض لقيمة ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة من 2.80 مليمول لتر $^{-1}$ لمعاملة المقارنة K0 إلى 2.00 مليمول لتر $^{-1}$ ، 1.30 مليمول لتر $^{-1}$ للمعاملتينK1 وK2 على التتابع .تشير نتائج التحليل الاحصائي الانخفاض المعنوي في تركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة مع إضافة السماد العضوي إذ كانت نسبة الانخفاض في تركيزايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة 14.03% و 28.07% للمعاملتين M1 و M2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 للموعد الاول إما الموعد الثاني كانت نسبة الانخفاض 18.91% و37.83% للمعاملتين M1 وM2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 كذلك للموعد الثالث كانت نسبة الانخفاض 25.92% و51.85 % للمعاملتين M1 وM2 بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 .يظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي على تركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة للموعدين الاول والثاني بعدم وجود فروق معنوية بين النتائج إذ كانت اقل قيمة لتركيز ايون المغنسيوم للموعد الاول تبلغ 3.50 مليمول لتر $^{-1}$ واعلى قيمة بلغت 6.30 مليمول لتر $^{-1}$ إماالموعد الثاني كانت اقل قيمة لتركيز ايون المغنسيوم بلغت 1.90 مليمول لتر $^{-1}$ واعلى قيمة بلغت 4.20 مليمول لتر $^{-1}$.



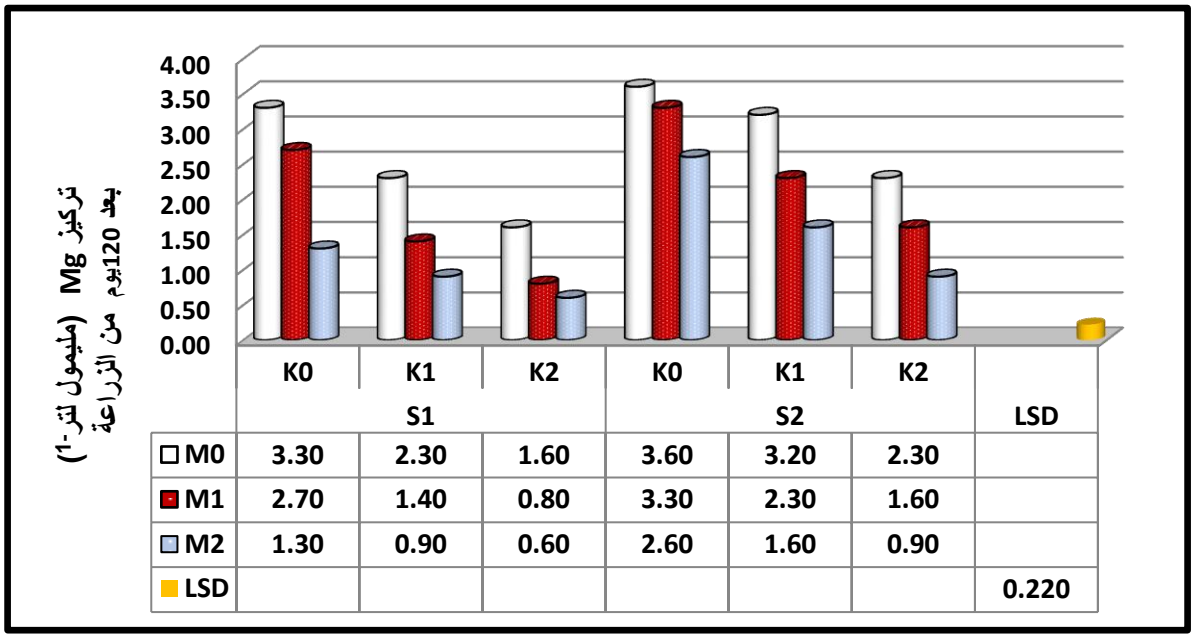
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	6.30	5.30	4.30	6.80	6.20	5.40	
M1	5.70	4.20	3.40	6.30	5.50	4.70	
M2	4.20	3.80	2.80	5.80	4.60	3.30	
LSD							0.260

شكل (14) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون المغنسيوم الذائب في التربة (ملیمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	4.30	3.40	2.30	4.60	4.20	3.30	
M1	3.70	2.50	1.80	4.20	3.50	2.60	
M2	2.20	1.90	1.40	3.80	2.60	1.80	
LSD							0.200

شكل (15) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون المغنسيوم الذائب في التربة (ملیمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	3.30	2.30	1.60	3.60	3.20	2.30	
M1	2.70	1.40	0.80	3.30	2.30	1.60	
M2	1.30	0.90	0.60	2.60	1.60	0.90	
LSD							0.220

شكل (16) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون المغنسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

إما الموعد الثالث نلاحظ وجود فروق معنوية بين النتائج حيث كانت اقل قيمة لتركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة بلغت 1.00 مليمول لتر $^{-1}$ للتداخل S1K2 وأعلى قيمة لتركيز ايون المغنسيوم بلغت 3.20 مليمول لتر $^{-1}$ لتداخل S2K0 ، ويظهر التأثير الإيجابي لإضافة الأسمدة العضوية للتربة عند التداخل الثنائي مع ملوحة مياه الري إذ أنخفض تركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة للموعد الاول من 5.30 مليمول لتر $^{-1}$ في التداخل S1M0 إلى 3.60 مليمول لتر $^{-1}$ في التداخل S1M2 وكذلك في المستوى S2 اذ كانت النتائج بنفس الاتجاه مع زيادة التركيز وزيادة ملوحة مياه الري ، للموعد الثاني انخفض تركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة من 3.30 مليمول لتر $^{-1}$ في التداخل S1M0 إلى 1.80 مليمول لتر $^{-1}$ لتداخلS1M2 وكذلك المستوى S2 بنفس الاتجاه مع زيادة التركيز وزيادة ملوحة مياه الري إما الموعد الثالث إذ انخفض تركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة من 2.40 مليمول لتر $^{-1}$ في التداخل S1M0 إلى 0.90 مليمول لتر $^{-1}$ في التداخل S1M2 وكذلك في المستوى S2 إذ كانت النتائج بنفس الاتجاه مع زيادة التركيز وزيادة ملوحة مياه الري.

تشير نتائج التداخل الثنائي بين السماد العضوي و التسميد البوتاسي إلى انخفاض لقيمة ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة في المعاملات المضاف لها السماد العضوي والسماد البوتاسي بالمقارنة بمعاملات المقارنة فنلاحظ في الموعد الاول اقل قيمة لتركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة بلغت 3.00 مليمول لتر $^{-1}$ عند التداخل M2K2 واعلى تركيز بلغ 6.60 مليمول لتر $^{-1}$ عند التداخل M0K0 وايضا للموعد الثاني كانت اقل قيمة لتركيز ايون المغنسيوم الذائب في محلول التربة 1.60 مليمول لتر $^{-1}$ عند التداخل M2K2 واعلى تركيز بلغ 4.50 مليمول لتر $^{-1}$ عند التداخل M0K0 ، إما الموعد الثالث كان اقل تركيز 0.70 مليمول لتر $^{-1}$ لتداخل M2K2 واعلى تركيز بلغ 3.50 مليمول لتر $^{-1}$ عند التداخل M0K0 .

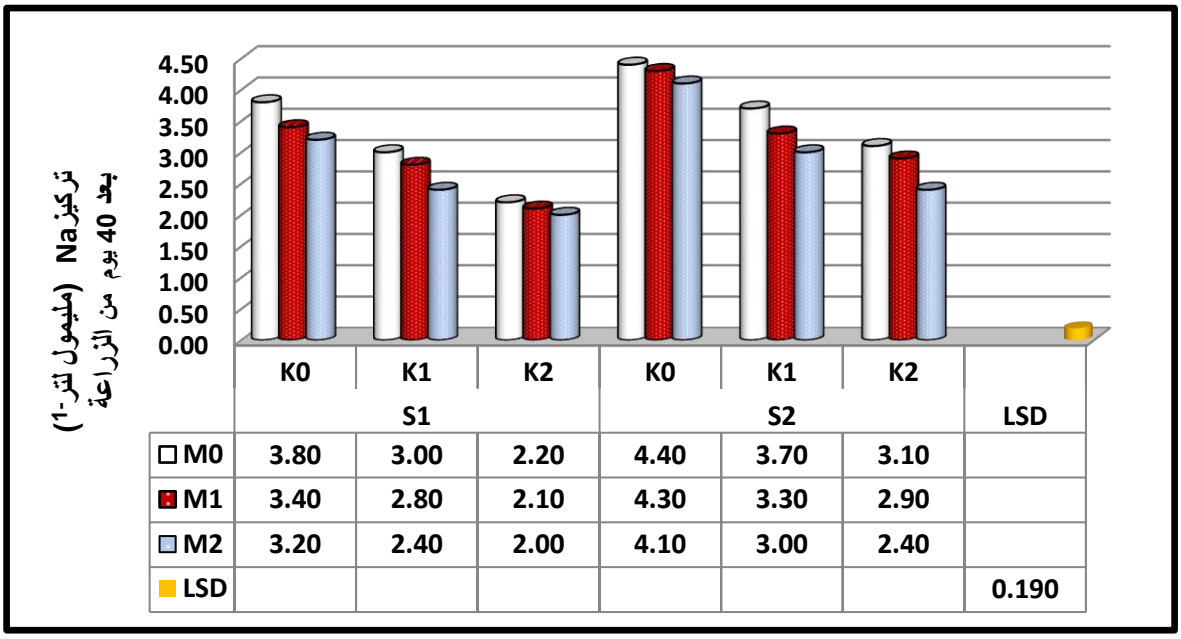
توضح نتائج التداخل الثلاثي الدور المهم لكل من السماد العضوي و التسميد البوتاسي في الحد من التأثير الضار للري بالمياه المالحة إذ سجل أقل تركيز للمغنسيوم الذائب في محلول التربة في التداخل S1M2K2 بلغ 2.80 مليمول لتر $^{-1}$ إما اعلى تركيز في التداخل S2M0K0 بلغ 6.80 مليمول لتر $^{-1}$ هذا في الموعد الاول إما في الموعد الثاني كان اقل تركيز للمغنسيوم الذائب في محلول التربة في التداخل S1M2K2 بلغ 1.40 مليمول لتر $^{-1}$ واعلى تركيز بلغ 4.60 مليمول لتر $^{-1}$ في التداخل S2M0K0 وايضا للموعد الثالث كان اقل تركيز 0.60 مليمول لتر $^{-1}$ في التداخل S1M2K2 واعلى تركيز بلغ 3.60 مليمول لتر $^{-1}$ عند التداخل S2M0K0 .

4-2-2-3 الصوديوم (مليمول لتر $^{-1}$)

اظهرت نتائج التحليل الاحصائي في الشكل (17 ,18, 19) والملحق (19,18,17) زيادة معنوية في تركيز الصوديوم الذائب في محلول التربة مع زيادة ملوحة مياه الري إذ كانت نسبة الزيادة 25 % عند زيادة ملوحة مياه الري من المستوىS2 الى S1 هذا في الموعد الاول إما في الموعد الثاني كانت نسبة الزيادة 22.64 % بمقارنة S2 مع S1 كذلك للموعد الثالث كانت نسبة الزيادة 8.97 % بمقارنة S2 معS1 ، قلل استعمال السماد البوتاسي من تركيز الصوديوم الذائب بالتربة من خلال المستويات المضافة ففي الموعد الاول كان الانخفاض في قيمة الصوديوم الذائب في محلول التربة من 3.90 مليمول لتر$^{-1}$ عند معاملة المقارنة K0 إلى 2.40 مليمول لتر$^{-1}$ للمستوى K2المضاف إما الموعد الثاني انخفض تركيز الصوديوم الذائب من 6.20 مليمول لتر$^{-1}$ لمعاملة المقارنة K0 إلى 5.40 مليمول لتر$^{-1}$ بالنسبة لمستوى K2 المضاف وفي الموعد الثالث انخفض

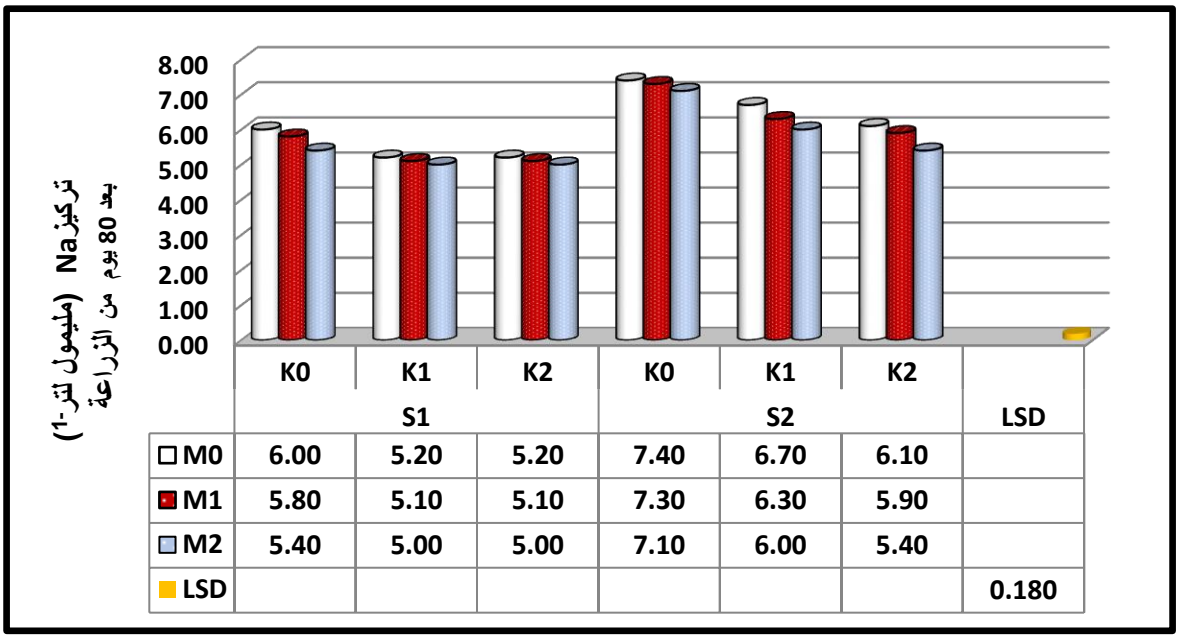
تركيز الصوديوم الذائب بالتربة من 8.90 مليمول لتر$^{-1}$ بالنسبة لمعاملة المقارنة K0 إلى 7.40 مليمول لتر$^{-1}$ بالنسبة للمستوى K2 المضاف .كما أظهر السماد العضوي فعاليته في تقليل تركيز الصوديوم الذائب بالتربة من خلال دوره كمصلح كيميائي أذ أنخفض تركيز الصوديوم الذائب بالتربة من 3.40 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M0 إلى 2.90 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M2 للموعد الاول إما الموعد الثاني انخفض تركيز ايون الصوديوم الذائب بالتربة من 6.10 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M0 إلى 5.70 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M2 كذلك في الموعد الثالث انخفض تركيز الصوديوم الذائب من 8.40 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M0 إلى 7.90 مليمول لتر$^{-1}$ في المعاملة M2 .

نلاحظ في معاملات التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي الارتفاع الخطي في تركيز ملوحة مياه الري وألانخفاض الخطي باستخدام التسميد البوتاسي ومستويات ألإضافة بالمقارنة بمعاملة المقارنة أذ سجل التداخل S1K2 اقل قيمة لتركيز ايون الصوديوم الذائب بالتربة بلغت 2.10 مليمول لتر$^{-1}$ واعلى قيمة لتركيز ايون الصوديوم الذائب بالتربة بلغت 4.20 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2K0 هذا كان للموعد الاول إما الموعد الثاني كانت اقل قيمة لتركيز ايون الصوديوم الذائب بالتربة بلغت 5.10 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1K2 واعلى قيمة لتركيز ايون الصوديوم الذائب بالتربة بلغت 7.20 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2K0 وأيضا للموعد الثالث كانت اقل قيمة عند التداخل S1K2 بلغت 7.10 مليمول لتر$^{-1}$ إما أعلى قيمة لتركيز ايون الصوديوم الذائب بالتربة بلغت 9.20 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2K0 .



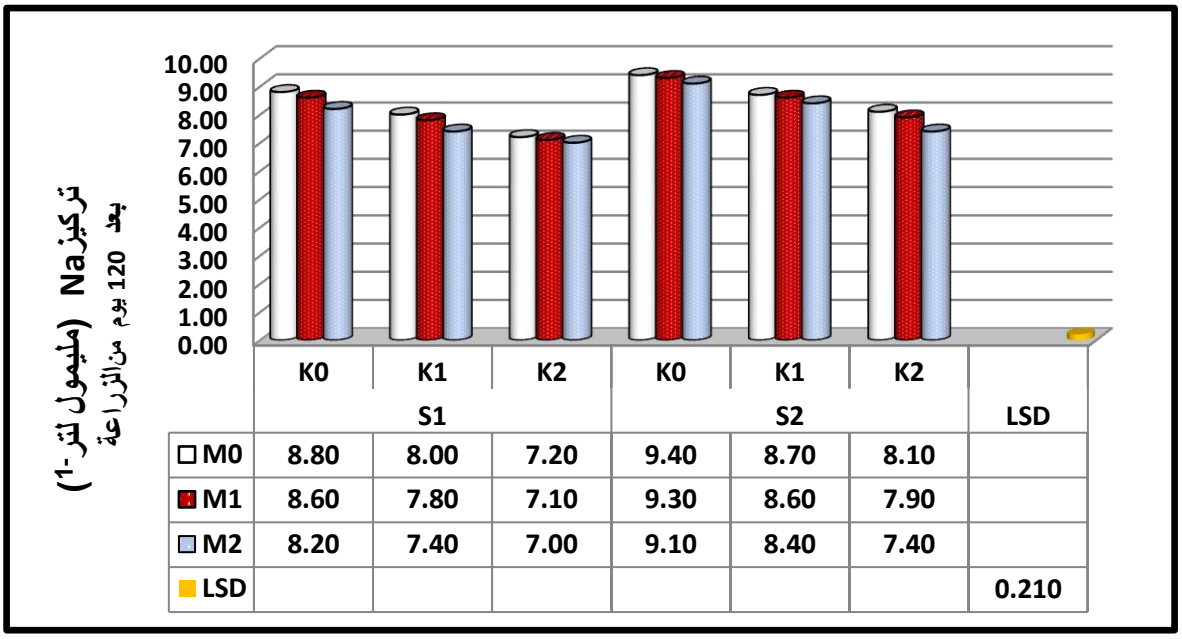
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	3.80	3.00	2.20	4.40	3.70	3.10	
M1	3.40	2.80	2.10	4.30	3.30	2.90	
M2	3.20	2.40	2.00	4.10	3.00	2.40	
LSD							0.190

شكل(17) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	6.00	5.20	5.20	7.40	6.70	6.10	
M1	5.80	5.10	5.10	7.30	6.30	5.90	
M2	5.40	5.00	5.00	7.10	6.00	5.40	
LSD							0.180

شكل(18) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	8.80	8.00	7.20	9.40	8.70	8.10	
M1	8.60	7.80	7.10	9.30	8.60	7.90	
M2	8.20	7.40	7.00	9.10	8.40	7.40	
LSD							0.210

شكل(19) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون الصوديوم الذائب في التربة (مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

يتضح من الملاحق (19,18,17) أنخفاض تركيز الصوديوم الذائب في المعاملات المضاف لها السماد العضوي سواء المعاملة M1 أو المعاملة M2 مع زيادة ملوحة مياه الري إذ حقق التداخل الثنائي S1M2 أقل تركيز للصوديوم الذائب 2.50 مليمول لتر$^{-1}$ بالمقارنة مع التداخل الثنائي S2M0 بلغ 3.70 مليمول لتر$^{-1}$ للموعد الاول إما الموعد الثاني كان اقل تركيز للصوديوم الذائب بالتربة 5.10 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S1M2 وأعلى تركيز بلغ 6.70 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2M0 وايضا للموعد الثالث كان اقل تركيز للصوديوم الذائب بالتربة بلغ 7.50 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S1M2 واعلى قيمة لتركيز الصوديوم الذائب بالتربة بلغ 8.70 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S2M0 .

أوضحت نتائج التداخل الثنائي بين السماد البوتاسي و السماد العضوي انخفاض تركيز الصوديوم الذائب في محلول التربة مع إضافة أحد العاملين أو كلاهما إذ سجلت اقل قيمة للموعد الاول لتركيز الصوديوم الذائب بالتربة بلغ 2.20 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل M2K2 إما اعلى تركيز بلغ 4.10 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل M0K0 وفي الموعد الثاني كان اقل تركيز بلغ 5.20 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل M2K2 واعلى تركيز بلغ 6.30 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل M0K0 وايضا

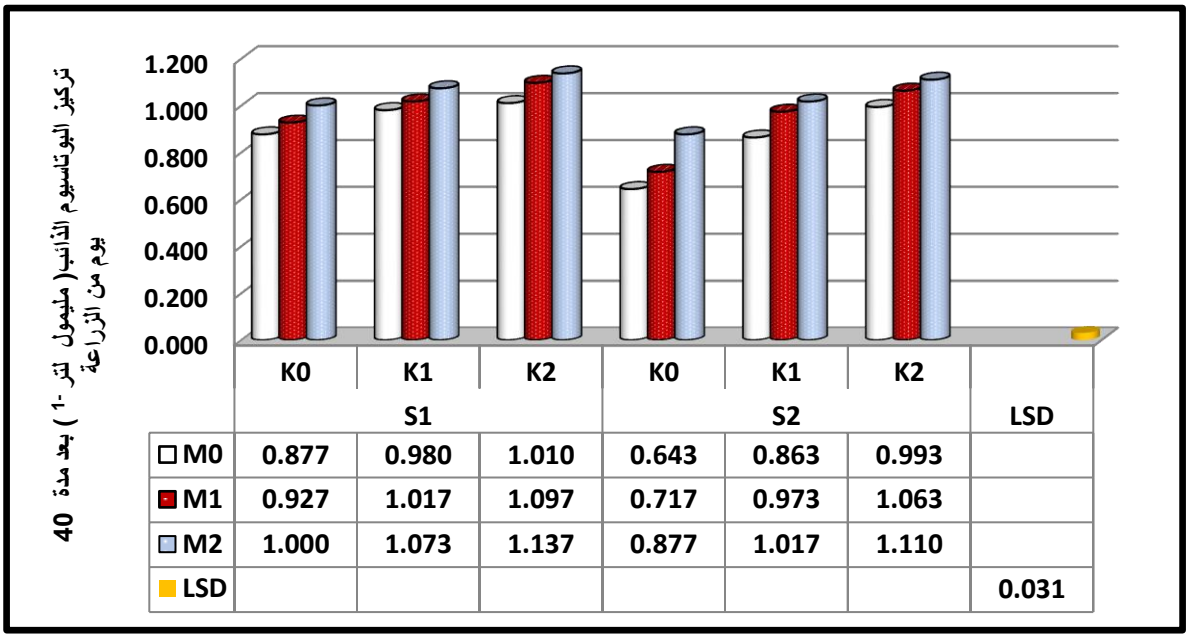
للموعد الثالث كان اقل تركيز بلغ 7.20 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل M2K2 واعلى تركيز بلغ 9.10 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل M0K0 .

يتضح من نتائج التداخل الثلاثي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي والسماد العضوي في تركيز الصوديوم الذائب في محلول التربة إذ سجلت أعلى قيمة 4.40 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S2M0K0 للموعد الاول واقل قيمة 2.00 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S1M2K2 و للموعد الثاني كانت أعلى قيمة بلغت 7.40 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S2M0K0 واقل قيمة بلغت 5.00 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S1M2K2 وكذلك للموعد الثالث كانت أعلى قيمة لتركيز الصوديوم الذائب بالتربة بلغت 9.40 مليمول لتر $^{-1}$ للتداخل S2M0K0 واقل قيمة بلغت 7.00 مليمول لتر$^{-1}$ للتداخل S1M2K2 .

4_2_2_4 البوتاسيوم (مليمول لتر$^{-1}$)

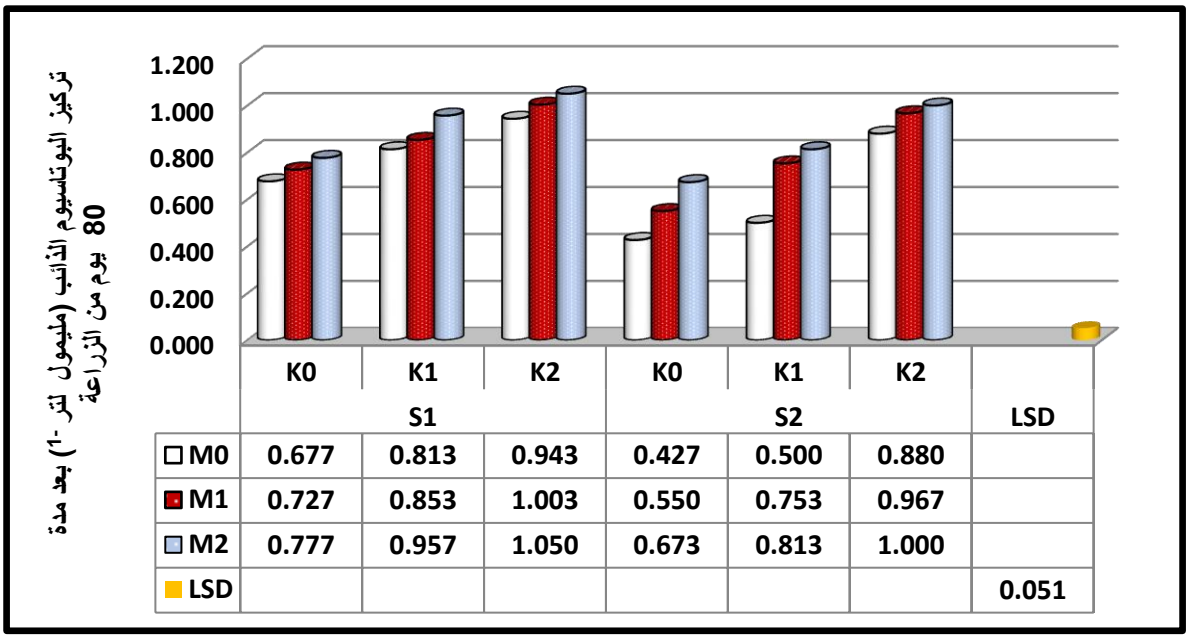
توضح الاشكال (22,21,20) والملاحق (22,21,20) تفوق المعاملة S1 على معاملة S2 بتركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة لثلاث مواعيد إذ كانت نسبة الانخفاض للموعد الاول 9.47% والموعد الثاني كانت نسبة الانخفاض 15.91% وايضا للموعد الثالث بلغت نسبة الانخفاض 15.97% .

تبين نتائج التحليل الاحصائي الزيادة في تركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة مع إضافة السماد البوتاسي عند المستويات المضافة ففي الموعد الاول كانت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة عند المستوى K0 هي 0.840 مليمول لتر$^{-1}$ واعطى المستوى K2 اعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة هي 1.068 مليمول لتر$^{-1}$ وللموعد الثاني كانت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم بلغت 0.638 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى K0 وأعلى قيمة لتركيز ايون البوتاسيوم الذائب بالتربة هي 0.974 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى K2 إما الموعد الثالث كانت اقل قيمة للبوتاسيوم الذائب 0.433 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى K0 وأعلى قيمة للبوتاسيوم 0.746 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى K2 .



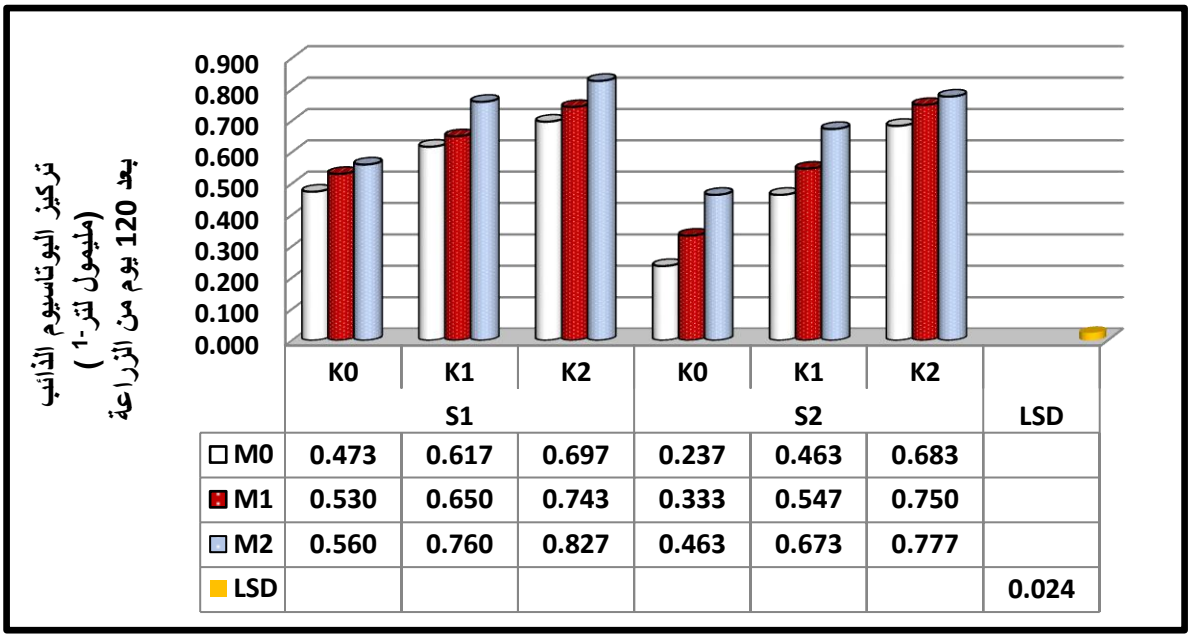
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.877	0.980	1.010	0.643	0.863	0.993	
M1	0.927	1.017	1.097	0.717	0.973	1.063	
M2	1.000	1.073	1.137	0.877	1.017	1.110	
LSD							0.031

شكل (20) تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.677	0.813	0.943	0.427	0.500	0.880	
M1	0.727	0.853	1.003	0.550	0.753	0.967	
M2	0.777	0.957	1.050	0.673	0.813	1.000	
LSD							0.051

شكل (21) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.473	0.617	0.697	0.237	0.463	0.683	
M1	0.530	0.650	0.743	0.333	0.547	0.750	
M2	0.560	0.760	0.827	0.463	0.673	0.777	
LSD							0.024

شكل (22) تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز ايون البوتاسيوم الذائب في التربة (مليمول لتر $^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

حقق السماد العضوي المضاف الزيادة المعنوية في تركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة أذ اعطى اعلى تركيز للبوتاسيوم في الموعد الاول 1.036 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوىM2 واقل تركيز 0.894 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى M0 وفي الموعد الثاني ايضا أعطى اعلى تركيز للبوتاسيوم 0.878 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى M2 واقل تركيز للبوتاسيوم 0.707 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى M0 والموعد الثالث كان اعلى تركيز للبوتاسيوم 0.677 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى M2 واقل تركيز للبوتاسيوم 0.528 مليمول لتر$^{-1}$ عند المستوى M0 .

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي الزيادة في تركيز البوتاسيوم الذائب عند التسميد البوتاسي إذ كان اعلى تركيز 1.081 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S1K2 واقل تركيز 0.746 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S2K0 للموعد الاول إما الموعد الثاني كان أعلى تركيز 0.999 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S1K2 واقل تركيز 0.550 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S2K0 وايضا للموعد الثالث كان اعلى تركيز 0.756 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S1K2 واقل تركيز 0.344 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S2K0 .

يتضح من التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي الانخفاض المعنوي في تركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة مع مستويات إضافة السماد العضوي وزيادة ملوحة مياه الري و زيادة التركيز مع انخفاض ملوحة مياه الري وقد يكون إلى التأثير المفرد لكل من ملوحة مياه الري والسماد العضوي إذ كانت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة 0.833 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S2M0 واعلى قيمة لتركيز ايون البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 1.070 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S1M2 للموعد الاول إما الموعد الثاني كانت اقل قيمة لتركيز ايون البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.602 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S2M0 وأعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.928 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S1M2 وايضا للموعد الثالث كانت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.461 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S2M0 واعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.716 مليمول لتر$^{-1}$ في التداخل S1M2 .

أظهرت نتائج التداخل الثنائي بين التسميد البوتاسي و السماد العضوي ارتفاع في تركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة خلال المستويات المضافة لكل من السماد العضوي و التسميد البوتاسي ففي الموعد الاول أعطى اقل تركيز للبوتاسيوم الذائب 0.760 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M0K0 واعلى تركيز بلغ 1.123 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M2K2 وفي الموعد الثاني كان اقل تركيز للبوتاسيوم بلغ 0.552 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M0K0 واعلى تركيز 1.025 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M2K2 وايضا للموعد الثالث كان اقل تركيز للبوتاسيوم بلغ 0.355 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M0K0 واعلى تركيز بلغ 0.802 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل M2K2 .

بينت نتائج التداخل الثلاثي تأثيرإضافة السماد العضوي والسماد البوتاسي مع انخفاض لملوحة مياه الري في زيادة تركيز البوتاسيوم الذائب في محلول التربة أذ سجلت أعلى قيمة للموعد الاول 1.137 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1M2K2 وادنى قيمة 0.643 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2M0K0 وللموعد الثاني كان اقل تركيز بلغ 0.427 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2M0K0 واعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 1.050 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1M2K2 إما الموعد الثالث كانت اقل قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة 0.237 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S2M0K0 واعلى قيمة لتركيز البوتاسيوم الذائب بالتربة بلغت 0.827 مليمول لتر$^{-1}$ عند التداخل S1M2K2 .

يتضح من نتائج الاشكال (12,11 ,... ,22) والملاحق (12,11,..., 22) أن تأثير زيادة ملوحة مياه الري كان لها تاثيرا معنويا في جميع صفات التربة ومنها الايصالية الكهربائية وايون الكالسيوم و المغنسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم حيث أن قيمة ألايصالية الكهربائية تزداد مع زيادة ملوحة مياه الري في جميع المراحل وتقل مع زيادة المادة العضوية المضافة وان قيمة الايصالية الكهربائية للتربة تنخفض مع زيادة ايون البوتاسيوم المضاف عند كل مستوى من ملوحة مياه الري وان سبب انخفاض الملوحة (قيم الـ EC)في التربة مع زيادة إضافة السماد البوتاسي يعود إلى كون تاثير هذا السماد بخفض pH التربة لكونه ذات تاثير حامضي وأن ملوحة التربة تنخفض بشكل واضح أي يحصل لها غسل عند المستويات المنخفضة من ملوحة مياه الري ويحصل تراكم ملحي في المراحل المتقدمة عند استخدام مياه مالحة كذلك كانت قيم كل من ايون الكالسيوم و المغنسيوم و الصوديوم و البوتاسيوم تزداد مع زيادة ملوحة مياه الري في جميع المراحل وتقل مع زيادة المادة العضوية المضافة وقد تعزى هذه الزيادة إلى التراكم المستمر للايونات خلال موسم النمو وأرتفاع درجات الحرارة التي تزيد من معدلات التبخر وتراكم الاملاح خلال عمق ماء الري وهذا حسب ماتوصل اليه بنتائج كل من سلمان (2016) والخزعلي (2020) و عبد الواحد(2021)و سهم (2022) .

أدت إضافة السماد العضوي للتربة إلى الانخفاض المعنوي في تركيز الايونات الذائبة و يعزى سبب ذلك إلى انخفاض درجة تفاعل التربة لكون السماد العضوي المضاف يحتوي على الاحماض العضوية وبالتالي تكون النتيجة هو تحسين الكثير من الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة وخلبها لهذه الايونات وجعلها اكثر ذوبانية وانتشار وبذلك يقل تركيزها في المنطقة الجذرية ويقل تاثيرها السلبي وتتفق هذه النتائج مع نتائج حسين(2020) و Hafez وآخرون (2022) .

إما تراكيز الايونات الذائبة فتزداد مع زيادة ملوحه مياه الري وتنخفض مع إضافة السماد العضوي وقد يعزى ذلك لكون السماد العضوي يعمل على خلب الايونات الذائبة في محلول التربة وكذلك تكوين الاحماض العضوية وغير العضوية الموجودة في السماد العضوي مع الايونات المضافة مع مياه الري املاحا ذائبة واملاح مترسبة من الكالسيوم والمغنسيوم وقد تميل هذه المركبات للغسل مع مياه الري , وقد يقلل السماد العضوي من تاثير ملوحة مياه الري من خلال خلب بعض الايونات وتكوين مركبات سهلة الغسل وتحسن ظروف التربة وازدياد نشاط الاحياء المجهرية ويتفق هذا مع نتائج Islam وآخرون (2023).

ادى التسميد البوتاسي إلى أنخفاض تراكيز الايونات الذائبة أنفة الذكر عدا تركيز البوتاسيوم من خلال المستويات المضافة حيث حصلت زيادة واضحة في تركيز البوتاسيوم عند زيادة مستويات البوتاسيوم المضافة وأن لتأثيرمستويات السماد المضاف فقد أظهرت زيادة لمستويات البوتاسيوم الذائب مع مستويات السماد المعدني المضاف ويتضح هذا في جميع مراحل النمو أَن زيادة ملوحة مياه الري زادت من مستويات البوتاسيوم الذائب من خلال زيادة البوتاسيوم الكلي وبشكل عام نلاحظ انخفاض قيم البوتاسيوم الذائب مع الزمن أثناء مراحل النمو بسبب امتصاص النبات لكمية البوتاسيوم الذائب الموجود في وسط النمو والتي تعدّ احد الصيغ الجاهزة للامتصاص من قبل النبات , وخاصة ان نبات الذرة الصفراء محصول يحتاج إلى كميات قليلة . بين الساهوكي (1990) ان البوتاسيوم في مراحل النمو الأولى وتزداد هذه الحاجة مع تقدم فترة النمو لتصل إلى ذروتها في مرحلة ماقبل الازهار الذكري أي بعد 50-75 يوم من الانبات , وهذا يتفق مع نتائج ماتوصل اليه السماك (2009) و الزيدي (2017).

ان إضافة الأسمدة التي تحتوي على الكبريت لها دور مهم حيث يعمل عنصر الكبريت في خفض الـ pH للتربة والمياه لدرجة تكون ملائمة للاستفادة القصوى للنبات من الأسمدة المضافة , بالإضافة إلى تحسين صفات الفيزيائية للتربة والتي بدورها تسهم بغسل الاملاح إلى مناطق بعيدةعن منطقة الجذور وهذا يتفق مع ما توصل اليه الفرج (2021).

بينت النتائج ان التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والتسميد البوتاسي سبب التفوق المعنوي مع زيادة ملوحة مياه الري وانخفاضها مع إضافة السماد البوتاسي وقد يعزى ذلك لكون تاثير سماد كبريتات البوتاسيوم حامضي في التربة المضافة مما يؤدي إلى خفض درجة تفاعل التربة وملوحة التربة وخلبها للايونات مكونة معها مركبات سهلة الغسل بالإضافة لاحتواءه على عنصر البوتاسيوم والذي يقوم بعدة أدوار في التربة ومنها تقليل الاجهاد المائي للجذور مما يزيد من امتصاص الماء والمغذيات بسهولة والتالي يعزز من نمو الجذور وبهذا يساعد النبات على مقاومة ملوحة التربة و مياه الري و تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه اللامي (2018) .

اظهرالتداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي أنخفاض ملوحة التربة نتيجة وجود الاحماض العضوية في السماد العضوي المضاف والذي بدوره يؤدي إلى انخفاض ملوحة التربة إما بقية الصفات فتزداد مع زيادة ملوحة مياه الري وتنخفض مع السماد العضوي المضاف ويعود سبب هذا الانخفاض لكون السماد العضوي المضاف يعمل على خلب الايونات الذائبة من محلول التربة

حيث ان المادة العضوية تعمل على مسك الايونات وتقلل من وجودها في محلول التربة حيث تحسن من نفاذية التربة ومساميتها وبتالي تجعل الايونات سهلة الغسل مع مياه الري وانخفاض تركيزها في المنطقة الجذرية وكذلك تكوينها لاحماض عضوية وغير عضوية الموجودة في السماد العضوي مع الايونات المضافة مع مياه الري أملاحا ذائبة من فولفات وهيومات الصوديوم واملاح مترسبة من هيومات الكالسيوم والمغنسيوم والتي تميل هذه المركبات للغسل مع مياه الري وكذلك تعمل المادة العضوية على تحسين صفات التربة منها الكيميائية والفيزيائية والخصوبية او الحيوية وزيادة ثباتية تجمعات التربة لتزداد بذلك مسامية التربة والتي تسهل من حركة الأملاح بعيدا عن المنطقة الجذرية مع مياه الري . تتفق هذه النتائج مع نتائج العاني (2018) و الخزعلي (2020) .

أظهر التداخل الثنائي بين السماد البوتاسي والسماد العضوي إلى انخفاض في قيمة الايصالية الكهربائية والايونات الموجبة الذائبة في التربة وخلال مراحل نموالمحصول إلى نهاية الموسم الزراعي , فقد أدى إضافة السماد البوتاسي عند تداخله مع السماد العضوي إلى انخفاض في قيمة الايصالية الكهربائية وخاصة عند المستوى الثاني من الإضافة للسماد البوتاسي والذي يقصد به K2 والمستوى الثاني للسماد العضوي المضاف (مخلفات الأغنام) ويقصد به M2 لما تحتويه هذه الأسمدة من الصفات الجيدة للإضافة حيث يكون السماد العضوي ذات تأثير ملحي قليل لما تحتوي من احماض دبالية نتيجة تحللها فتعمل على خفض ملوحة التربة المتمثلة بالايصالية الكهربائية , وأن السماد البوتاسي المتمثل بكبريتات البوتاسيوم قلل من التاثير السلبي للاجهاد الملحي نتيجة تحسين خواص التربة ومسك المغذيات وتقليل الاجهاد الملحي وخفض الايصالية الكهربائية وهذا ما أشار اليه Mohammed وآخرون (2018) . إذ يعمل السماد البوتاسي على تحمل النبات للملوحة العالية من خلال دوره الفسيولوجي في مدى تكيف النبات مع البيئة المحيطة لذلك يكون عمل احدهما مكمل للاخر بالنسبة لإضافة السمادين العضوي والبوتاسي ويكون تأثيرهما على باقي الايونات الموجبة الذائبة في التربة نفس التأثير وخاصة التوليفة M2K2 حيث يعملان على خفض التراكيز لهما في التربة وتحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة ويجعلانها بصورة ميسرة وذائبة وتكون من المغذيات الجاهزة للامتصاص من قبل النبات , بالتالي العمل على تحسين من خواص التربة الفيزيائية والكيميائية وتتفق هذه النتائج مع ما توصلت اليه سهم (2022) .

أدى التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة إلى الانخفاض المعنوي لملوحة التربة المتمثلة بالايصالية الكهربائية وبقية الصفات أي الايونات الموجبة الذائبة حيث ازدادت مع زيادة ملوحة مياه الري وانخفضت مع إضافة السماد العضوي والبوتاسي لكونهما يحدان من التأثير الضار لملوحة مياه الري أذ يكون احدهما مكمل للاخر أذ يعمل السماد البوتاسي على خفض ملوحة التربة وتركيز الايونات الموجبة الذائبة وبالتالي له دور أيجابي من خلال زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية الأخرى نتيجة افراز بعض الانزيمات ومنظمات النمو التي تشجع نمو النبات وتقلل الاجهاد المائي الملحي , إما السماد العضوي فيقلل من تاثير ملوحة مياه الري من خلال خلب الايونات وتكوين مركبات سهلة الغسل وتحسن من ظروف التربة وما لها من دور من تقليل اضرار المياه المالحة وتزيد من تحمل النبات للعطش من خلال تحسين مسامية التربة مما يزيد من مسك الماء وافرازات المجموعة الجذرية من الحوامض العضوية مما تنظم pH التربة وبالتالي تقلل من ملوحة التربة كذلك لها دور في عمل التوازن الغذائي عند وجود زيادة لايون معين على حساب بقية الايونات وتعمل على تحسين ظروف التهوية وحركة الاوكسجين لاحياء التربة مما تزيد من نشاط الاحياء وجاهزية معظم العناصر الغذائية . تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه الشحماني (2023) و Islam وآخرون (2023) .

4_3 تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في بعض مؤشرات نمو وحاصل الذرة الصفراء

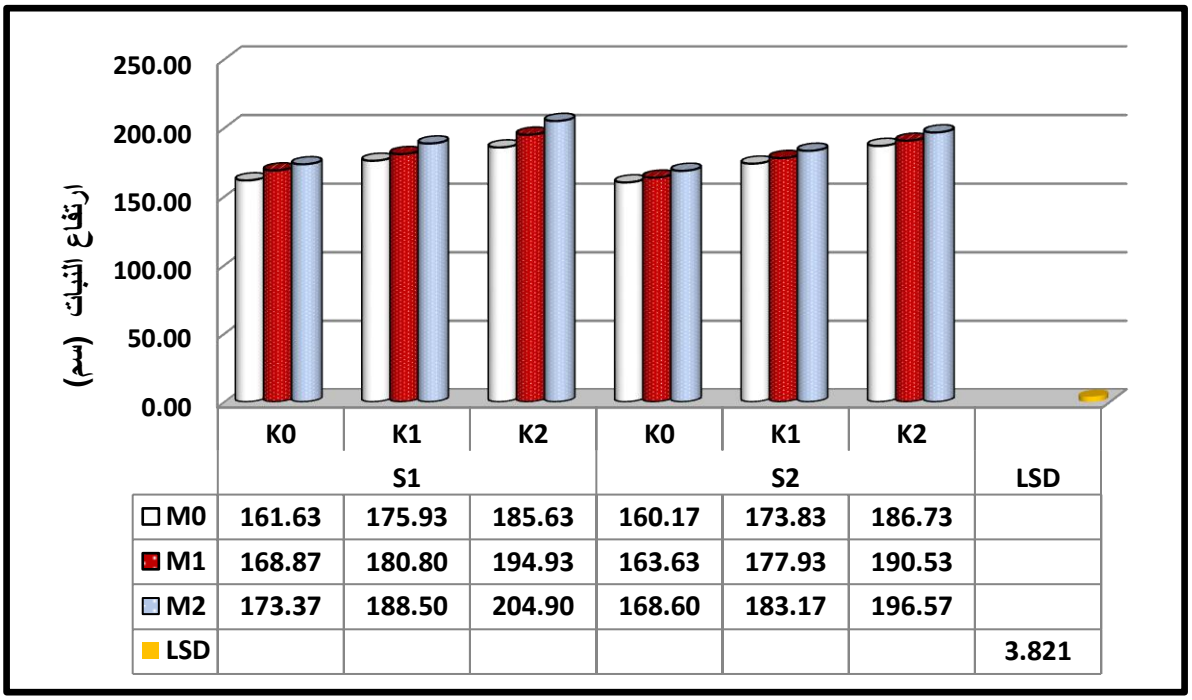
4_3_1 أرتفاع النبات (سم)

تشير نتائج الشكل (23) والملحق (23) إلى انخفاض متوسط ارتفاع النبات مع زيادة ملوحة مياه الري إذ كانت نسبة الانخفاض 2.04 % بالنسبة للمعاملتين S1و S2 ، تفوقت معاملات التسميد البوتاسي معنويا على معاملة المقارنة K0 بالنسبة لصفة إرتفاع النبات وكذلك تفوق المستوى K2 على المستوى K1 أذ كانت النتائج تشير إلى تحقيق المستوى K2 أعلى زيادة في صفة ارتفاع النبات بالمقارنة مع معاملة المستوى K1 ومعاملة المقارنة K0 فكانت القيم 193.22 سم و 180.03 سم و 166.04 سم على التتابع ، حقق السماد العضوي فروقا معنوية في صفة ارتفاع النبات بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 أذ حقق المستوى M1 زيادة معنوية بالمقارنة مع

معاملة المقارنة M0 قدرها 3.13 % بينما المستوى M2 حقق زيادة معنوية بالمقارنة مع المستويين M0 و M1 قدرها 6.81 % و 3.56 % على التتابع.

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري S و التسميد البوتاسي K التفوق للتداخل S1K2 في صفة ارتفاع النبات على جميع التداخلات الاخرى فحققت ارتفاعا بلغ 195.16 سم بينما اقل ارتفاع للنبات فكان في التداخل S2K0 الذي بلغ 164.13 سم ، أظهرت نتائج التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري S واستخدام الأسمدة العضوية M اكبر زيادة في صفة ارتفاع النبات عند التداخل S1M2 بلغت 188.92 سم بالمقارنة مع التداخل S2M0 التي سجل أقل ارتفاع بين جميع التداخلات الاخرى وبلغت 173.58 سم . إما التداخل الثنائي بين التسميد العضوي M والتسميد البوتاسي K فنلاحظ من خلال النتائج تفوق التداخل M2K2 حيث سجل أعلى قيمة لارتفاع النبات قدرها 200.73 سم بينما اقل قيمة فكانت عند التداخل M0K0 حيث سجل 160.90 سم .

تشير نتائج التداخل الثلاثي إلى تفوق التداخل S1M2K2 إذ حقق 204.90 سم وبنسبة مقدارها 27.92 % عن اقل قيمة لصفة إرتفاع النبات تحققت عند التداخل S2M0K0 والتي بلغت 160.17 سم .



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	161.63	175.93	185.63	160.17	173.83	186.73	
M1	168.87	180.80	194.93	163.63	177.93	190.53	
M2	173.37	188.50	204.90	168.60	183.17	196.57	
LSD							3.821

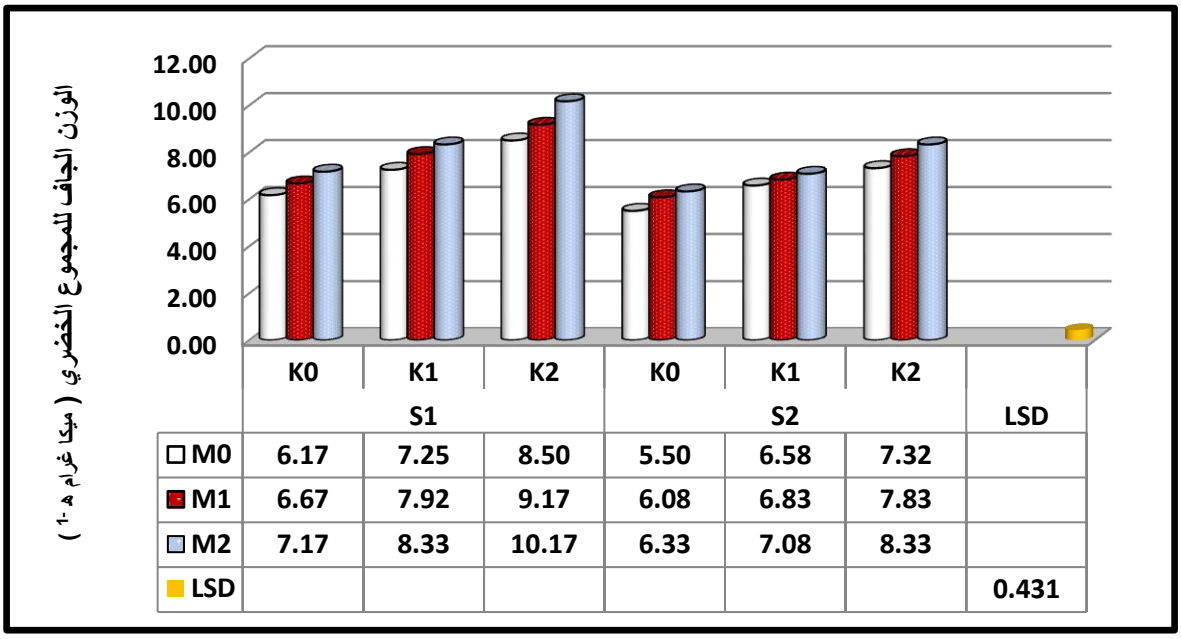
شكل (23) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في أرتفاع النبات (سم)

4_3_2 الوزن الجاف للمجموع الخضري (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

أدت زيادة ملوحة مياه الري إلى حصول انخفاض معنوي في الوزن الجاف للمجموع الخضري إذ أنخفض بنسبة 13.24 % للمعاملتين S1 و S2 ، واتضح من الملحق 24 التحليل الاحصائي ان التسميد البوتاسي زاد من الوزن الجاف للمجموع الخضري بالمقارنة مع معاملة المقارنة أذ حققت المعاملتين K1 و K2 نسبة زيادة بلغت 15.98 % و 35.28 % على التتابع بالمقارنة مع معاملة المقارنة K0 ، ويلاحظ من الشكل 24 الزيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري مع إضافة السماد العضوي إذ حقق 7.42 ميكا غرام هـ $^{-1}$ و 7.90 ميكا غرام هـ $^{-1}$ للمعاملتين M1 و M2 على التتابع بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 التي حققت اقل متوسط وزن بلغ 6.89 ميكا غرام هـ $^{-1}$.

اظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي تفوقاً معنوياً للمعاملات المسمدة بالتسميد البوتاسي ولكل مستوى إذ أعطى التداخل S1K2 اعلى متوسط وزن للمجموع الخضري بلغ 9.28 ميكا غرام هـ $^{-1}$ بينما التداخل S2K0 أعطى اقل متوسط وزن بلغ 5.97 ميكا غرام هـ$^{-1}$ ، بينت نتائج التحليل الاحصائي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي لكل مستوى ملحي لمياه الري عند التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و إضافة السماد العضوي إذ سجل التداخل الثنائي S2M0 أقل قيمة 6.47 ميكا غرام هـ $^{-1}$ وأعلى قيمة 8.56 ميكا غرام هـ $^{-1}$ في التداخل الثنائي S1M2 ، اتضح من نتائج التداخل الثنائي بين التسميد البوتاسي والتسميد العضوي ان كل عامل يحفز من عمل العامل الثاني إذ أعطى التداخل M0K0 اقل وزن بلغ 5.83 ميكا غرام هـ $^{-1}$ واعلى وزن بلغ 9.25 ميكا غرام هـ $^{-1}$ في التداخل M2K2 .

أظهرت نتائج التداخل الثلاثي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي والسماد البوتاسي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي والسماد البوتاسي مقارنة بمعاملات المقارنة ومعاملات ملوحة مياه الري العالية إذ أن أعلى قيمة لمتوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري عند التداخل S1M2K2 بلغت 10.17 ميكا غرام هـ $^{-1}$ إما اقل قيمة فكانت في التداخل S2M0K0 بلغت 5.50 ميكا غرام هـ $^{-1}$.



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	6.17	7.25	8.50	5.50	6.58	7.32	
M1	6.67	7.92	9.17	6.08	6.83	7.83	
M2	7.17	8.33	10.17	6.33	7.08	8.33	
LSD							0.431

شكل (24) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في الوزن الجاف للمجموع الخضري (ميكا غرام ه $^{-1}$)

4_3_3 طول العرنوص (سم)

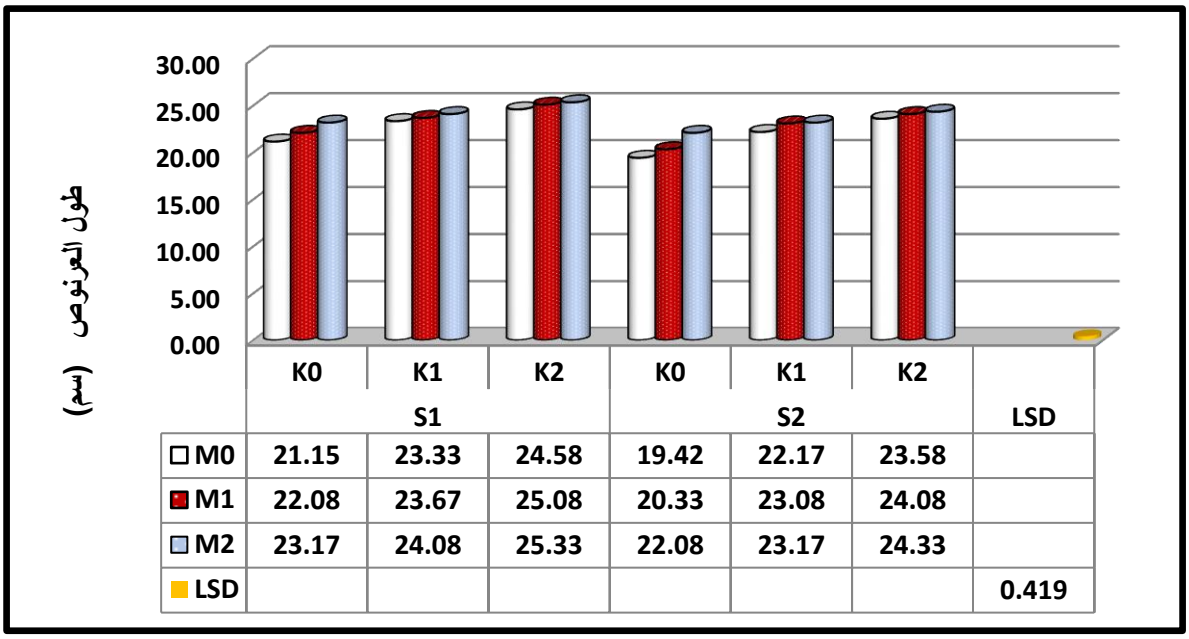
نلاحظ من خلال الشكل 25 والملحق 25 تفوق معاملة المقارنة S1 على معاملة S2 في طول العرنوص والتي بلغ متوسط طول العرنوص فيها23.61 سم مقارنة بمعاملة S2 التي بلغ متوسط طول العرنوص فيها 22.47 سم ، ازداد متوسط طول العرنوص مع إضافة السماد البوتاسي أذ تفوقت المعاملة K2 على المعاملتين K1 و K0 معنويا و بلغت الزيادة 14.64 % و 5.37 % على التتابع وكذلك تفوقت المعاملة K1 على معاملة المقارنة K0 وبلغت الزيادة 8.79 % ، إما السماد العضوي حقق المستوى M2 تفوقا معنويا لمتوسط طول العرنوص على معاملة المقارنة M0 والمعاملة M1 أذ كانت الزيادة 5.90 % و 2.73 % على التتابع ، بينما تفوقت معاملة المستوى M1 على معاملة المقارنة M0 معنويا وكانت نسبة الزيادة 3.08 % .

تظهر نتائج التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والتسميد البوتاسي تفوقا معنويا للتداخل S2K2 أذ حقق اعلى قيمة مقدارها 25.00 سم بينما حقق التداخل S2K0 اقل قيمة مقدارها 20.61 سم ، بينت نتائج التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري واستخدام السماد العضوي تفوق التداخل

S1M2 معنويا على جميع التداخلات فكانت قيمتها 24.19 سم إما اقل قيمة 21.72 سم للتداخل S2M0 .

اوضحت نتائج التداخل الثنائي بين السماد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف تفوق التداخل M2K2 الذي بلغ اعلى قيمة لمتوسط طول العرنوص 24.83 سم بالمقارنة مع معاملة التداخل M0K0 التي اعطت اقل قيمة لمتوسط طول العرنوص بلغت 20.28 سم .

حقق التداخل الثلاثي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف فقد حقق التداخل S1M2K2 أعلى قيمة لمتوسط طول العرنوص بلغت 25.33 سم بالمقارنة مع التداخل S2M0K0 الذي اعطى اقل قيمة لمتوسط طول العرنوص والتي بلغت 19.42 سم .



	S1			S2			
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	LSD
M0	21.15	23.33	24.58	19.42	22.17	23.58	
M1	22.08	23.67	25.08	20.33	23.08	24.08	
M2	23.17	24.08	25.33	22.08	23.17	24.33	
LSD							0.419

شكل (25) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في طول العرنوص (سم)

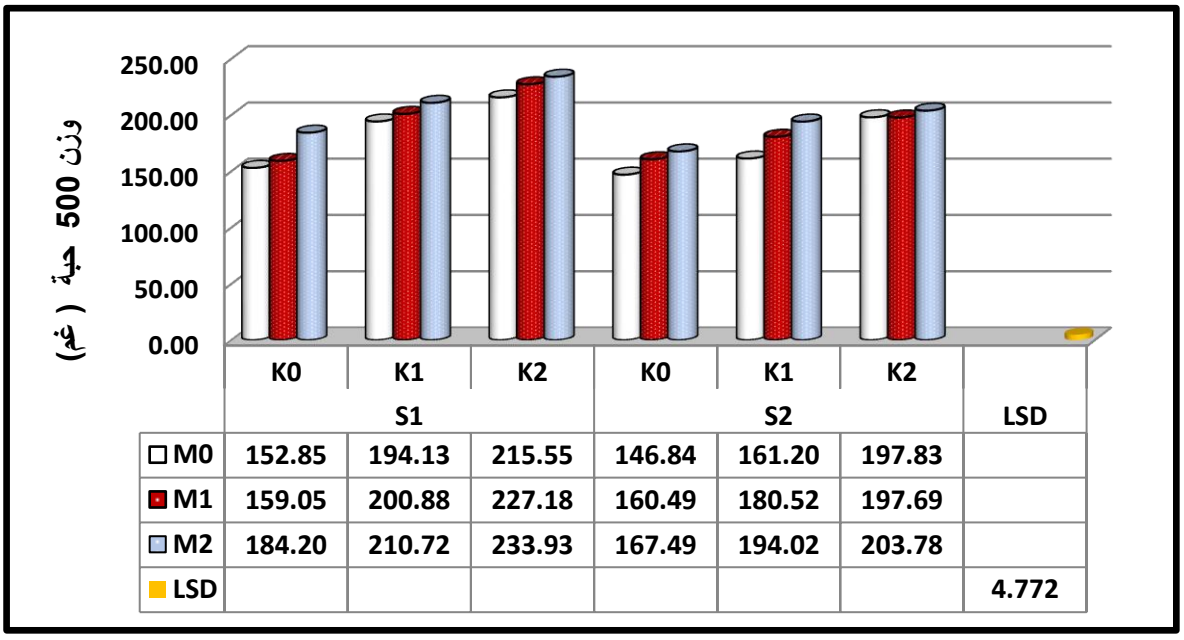
4_3_4 وزن 500 حبة (غم)

يلاحظ من الشكل 26 والملحق 26 أن زيادة ملوحة مياه الري قللت من متوسط وزن 500 حبة أذ أنخفض الوزن بنسبة 9.48 % للمعاملتين S1 و S2، وأدى التسميد البوتاسي إلى زيادة متوسط وزن 500 حبة أذ ازداد بنسبة 11.78 % و 31.41 % للمعاملتين K1 و K2 على التتابع

بالمقارنة بمعاملة المقارنة K0 التي اعطت 161.82 غم ، يتضح من الشكل 26 والملحق 27 التفوق المعنوي لمتوسط وزن 500 حبة مع إضافة السماد العضوي إذ ازداد الوزن من 178.07غم لمعاملة المقارنة M0 إلى 187.64 غم و 199.02 غم للمعاملتين M1 و M2 على التتابع .

أدى التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي إلى التفوق المعنوي لمتوسط وزن 500 حبة أذ كان اقل متوسط 158.27 غم في التداخل S2K0 واعلى متوسط 225.55 غم في التداخل S1K2 ، أعطى التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري وإضافة السماد العضوي تباينا في متوسط وزن 500 حبة أذ أنخفض متوسط الوزن مع زيادة ملوحة مياه الري و يزداد مع اضافه السماد العضوي إذ كان اقل متوسط 168.62 غم للتداخل S2M0 واعلى متوسط 209.62 غم للتداخل S1M2 ، ازداد متوسط وزن 500 حبة مع إضافة السماد العضوي و التسميد البوتاسي إذ كان اقل وزن 149.84 غم عند التداخل M0K0 واعلى وزن 218.86 غم عند التداخل M2K2 .

اتضح من التداخل الثلاثي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي وإضافة السماد العضوي إلى التأثير المعنوي في متوسط وزن 500 حبة فكان اقل متوسط 146.86 غم عند التداخل S2M0K0 واعلى متوسط 233.93 غم عند التداخل S1M2K2 .



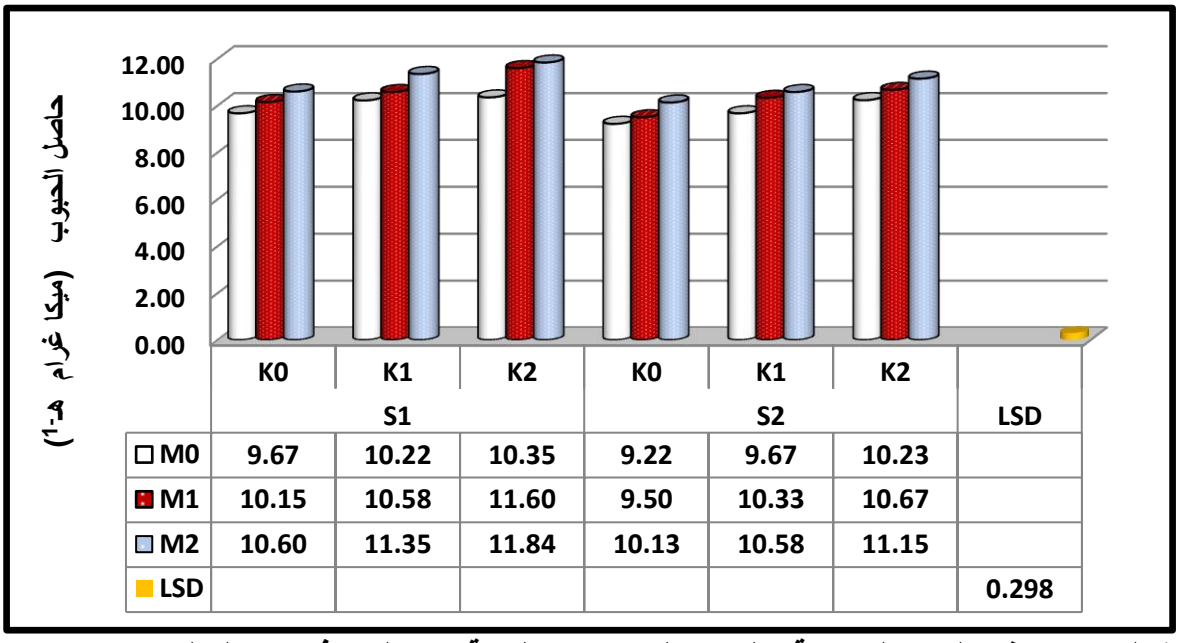
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	152.85	194.13	215.55	146.84	161.20	197.83	
M1	159.05	200.88	227.18	160.49	180.52	197.69	
M2	184.20	210.72	233.93	167.49	194.02	203.78	
LSD							4.772

شكل (26) تاثيرالمادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في وزن 500 حبة (غم)

4_3_5 حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

يتضح من الشكل 27 والملحق 27 أنه كلما زادت ملوحة مياه الري قل حاصل الحبوب إذ انخفض الحاصل للمعاملة S2 بنسبة بلغت 5.13 % بالمقارنة مع معاملة S1 ، أظهرت نتائج التحليل الاحصائي ان التسميد البوتاسي زاد من حاصل الحبوب بالمقارنة بمعاملة المقارنة أذ زاد بنسبة 5.87 % و 11.03 % للمعاملتين K1 و K2 على التتابع بالمقارنة بمعاملة المقارنة K0 التي اعطت حاصل بلغ 9.88 ميكا غرام هـ $^{-1}$ ، يتضح من نتائج التحليل الاحصائي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي بالمقارنة مع معاملة المقارنة أذ زاد حاصل الحبوب بنسبة 5.86 % و 10.61 % للمعاملتين M1 و M2 على التتابع بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 التي اعطت حاصل الحبوب بلغ 9.89 ميكا غرام هـ $^{-1}$.

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد البوتاسي مع اقل تركيز لملوحة مياه الري إذ سجل التداخل الثنائي S1K2 اعلى وزن لحاصل الحبوب بلغ 11.26 ميكا غرام هـ $^{-1}$ واقل وزن لحاصل الحبوب 9.62 ميكا غرام هـ $^{-1}$ عند التداخل S2K0 , اوضح التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و إضافة السماد العضوي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي مع اقل تركيز لملوحة مياه الري إذ كان اعلى متوسط وزن لحاصل الحبوب 11.26ميكا غرام هـ $^{-1}$ عند التداخل S1M2 وأقل متوسط وزن 9.70 ميكا غرام هـ $^{-1}$ عند التداخل S2M0 , أدى التداخل الثنائي بين السماد العضوي و التسميد البوتاسي إلى التفوق المعنوي لصفة حاصل الحبوب أذ كان اعلى وزن لحاصل الحبوب 11.49 ميكا غرام هـ $^{-1}$ في التداخل M2K2 واقل وزن 9.44 ميكا غرام هـ $^{-1}$ عند التداخل M0K0 .



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	LSD
	S1			S2			
M0	9.67	10.22	10.35	9.22	9.67	10.23	
M1	10.15	10.58	11.60	9.50	10.33	10.67	
M2	10.60	11.35	11.84	10.13	10.58	11.15	
LSD							0.298

شكل (27) تاثير المادة العضويةو السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

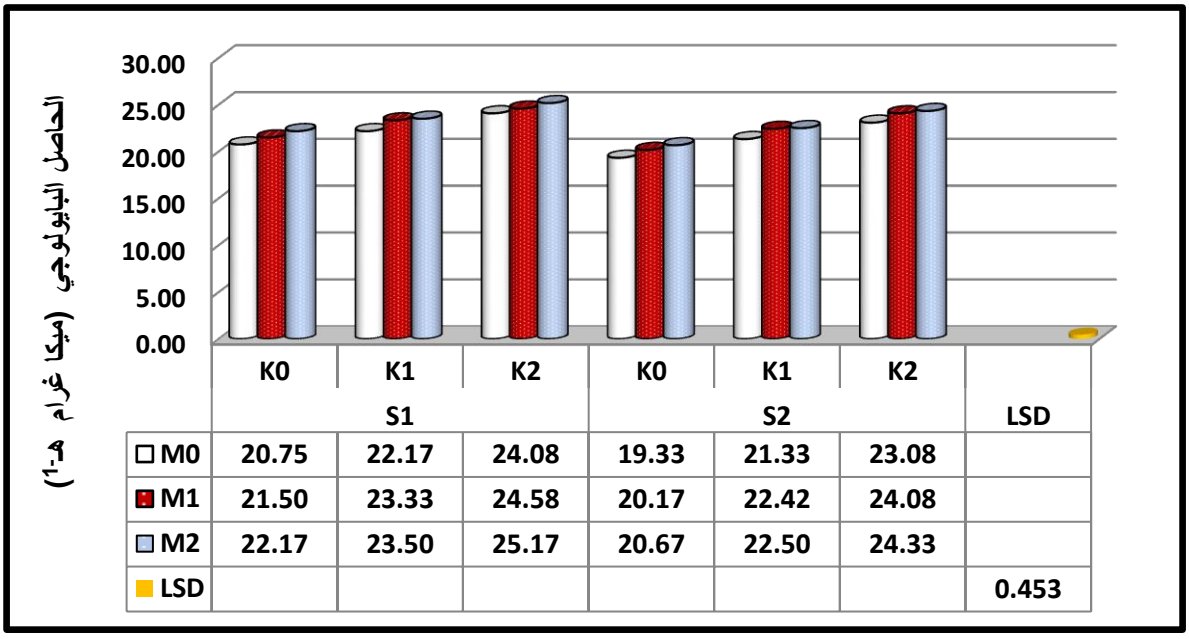
بينت نتائج التداخل بين عوامل الدراسة الثلاث التفوق المعنوي للتداخل S1M2K2 الذي اعطى اعلى متوسط لحاصل حبوب بلغ 11.84 ميكا غرام هـ $^{-1}$ وبنسبة زيادة بلغت 28.41 % عند التداخل S2M0K0 الذي حقق اقل متوسط لحاصل الحبوب بلغ 9.22 ميكا غرام هـ $^{-1}$.

6_3_4 الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

يوضح الشكل 28 والملحق 28 الانخفاض المعنوي في الحاصل البايولوجي مع إرتفاع ملوحة مياه الري إذ انخفض في المعاملة S2 بنسبة بلغت 4.51 % بالمقارنة مع المعاملة S1 التي حققت حاصل بايولوجي 23.03 ميكا غرام هـ $^{-1}$ ، كما أظهرت نتائج التحليل الاحصائي التفوق المعنوي للمعاملات المسمدة بالتسميد البوتاسي بصفة الحاصل البايولوجي أذ ازداد الحاصل من 20.76 ميكا غرام هـ $^{-1}$ في معاملة المقارنة K0 إلى 22.54 و 24.22 ميكا غرام هـ $^{-1}$ للمعاملتين K1 وK2 على التتابع ، كذلك أظهرت نتائج التحليل الاحصائي التفوق المعنوي لصفة الحاصل البايولوجي مع إضافة السماد العضوي إذ ازداد متوسط الحاصل بنسبة 4.08 % و 5.82 % للمعاملتين M1 و M2 على التتابع بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 التي حققت حاصل بايولوجي مقداره 21.79 ميكا غرام هـ $^{-1}$.

بين التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والتسميد البوتاسي التفوق المعنوي للتداخل S1K2 والذي ازداد بنسبة 22.68 % عن التداخل S2K0 والذي حقق متوسط للحاصل بلغ 20.06 ميكا غرام هـ $^{-1}$ ، بينما حقق التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي التفوق المعنوي لصفة الحاصل البايولوجي أذ اعطى التداخل S1M2 اعلى متوسط بلغ 23.61 ميكا غرام هـ $^{-1}$ بينما التداخل S2M0 أعطى أدنى متوسط بلغ 21.25 ميكا غرام هـ $^{-1}$ وبقية التداخلات بين هذين المتوسطين ، أظهر التداخل الثنائي بين السماد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف التفوق المعنوي في صفة الحاصل البايولوجي أذ ازداد التداخل M2K2 بنسبة 23.5 % عن اقل متوسط للتداخل M0K0 والذي بلغ 20.04 ميكا غرام هـ $^{-1}$ بينما قيم بقية التداخلات فكانت بين هذين التداخلين .

أظهر التداخل الثلاثي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف التفوق المعنوي عند اقل ملوحة لمياه الري وإضافة السماد العضوي و التسميد البوتاسي لصفة الحاصل البايولوجي أذ اعطى التداخل S1M2K2 زيادة بنسبة 30.21 % بالمقارنة مع التداخل S2M0K0 الذي اعطى اقل متوسط للحاصل البايولوجي بلغ 19.33 ميكا غرام هـ $^{-1}$.



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	20.75	22.17	24.08	19.33	21.33	23.08	
M1	21.50	23.33	24.58	20.17	22.42	24.08	
M2	22.17	23.50	25.17	20.67	22.50	24.33	
LSD							0.453

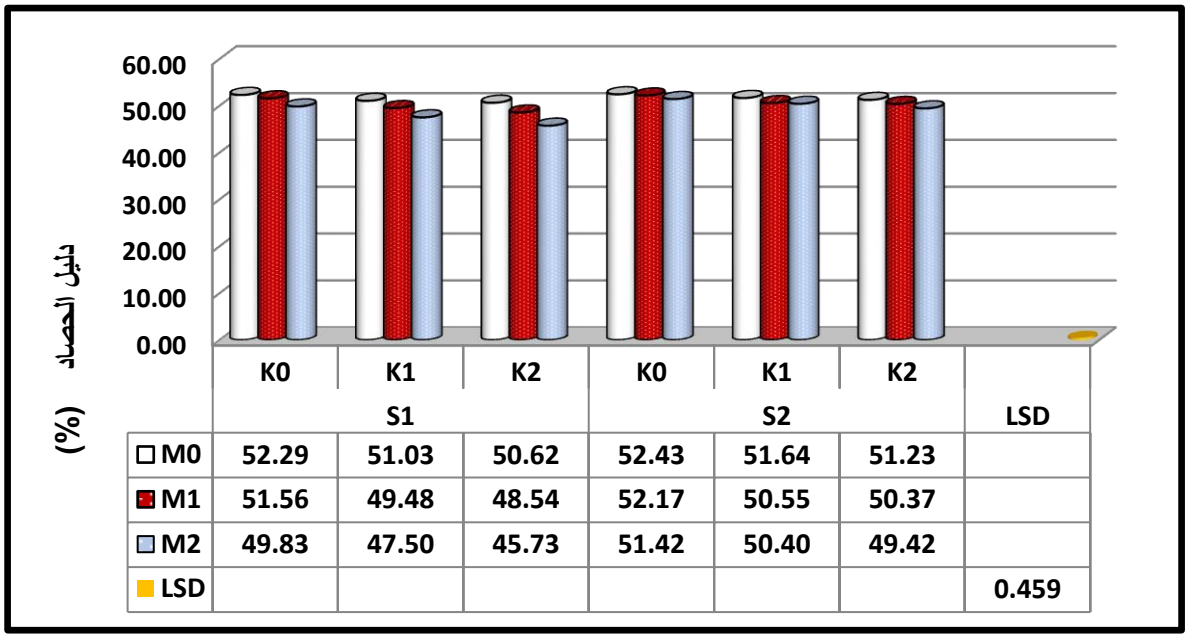
شكل (28) تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

4_3_7 دليل الحصاد (%)

نلاحظ من خلال نتائج التحليل الاحصائي للبيانات في الشكل 29و الملحق 29 وجود فرق معنوي في صفة دليل الحصاد إذ ازداد دليل الحصاد مع إرتفاع ملوحة مياه الري فكانت نسبة الزيادة 2.92 % للمعاملة S2 بالمقارنة مع معاملة S1 ، أدى استعمال التسميد البوتاسي إلى انخفاض صفة دليل الحصاد إذ أنخفض من 51.62 % لمعاملة المقارنة K0 إلى 50.10 % و49.32 % عند المعاملتين K1 و K2 على التتابع ، يتبين من إضافة السماد العضوي الانخفاض المعنوي في نسبة دليل الحصاد إذ أنخفض من 51.54 % عند معاملة المقارنة M0 إلى 50.45 % و 49.05 % للمعاملتين M1 و M2 على التتابع .

يلاحظ من التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي الانخفاض المعنوي في نسبة دليل الحصاد عند اضافه السماد البوتاسي وزيادة النسبة مع إرتفاع ملوحة مياه الري ، إذ حقق التداخل S1K2 نسبة بلغت 48.30 % وهذه تعد اقل نسبة لدليل الحصاد إما التداخل S2K0 فحقق اعلى نسبة بلغت 52.01 % ، اتضح من التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي انخفاض نسبة دليل الحصاد مع إضافة السماد العضوي و ارتفاعها مع ارتفاع ملوحة مياه الري إذ كانت أدنى نسبة 47.69 % عند التداخل S1M2 واعلى نسبة 51.77 % عند التداخل S2M0 ، إما التداخل الثنائي بين السماد العضوي و التسميد البوتاسي فيلاحظ ان اعلى نسبة لدليل الحصاد عند التداخل M0K0 بلغت 52.36 % واقل نسبة لدليل الحصاد فكانت عند التداخل M2K2 بلغت 47.57 % .

أظهر التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة الثلاث زيادة في نسبة دليل الحصاد مع إرتفاع ملوحة مياه الري وانخفاضها مع إضافة السماد العضوي و التسميد البوتاسي ، اذ كانت اقل قيمة لدليل الحصاد 45.73 % عند التداخل S1M2K2 واعلى قيمة بلغت 52.43 % عند التداخل S2M0K0 .



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	52.29	51.03	50.62	52.43	51.64	51.23	
M1	51.56	49.48	48.54	52.17	50.55	50.37	
M2	49.83	47.50	45.73	51.42	50.40	49.42	
LSD							0.459

شكل (29) تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في دليل الحصاد %

يتضح من النتائج في الاشكال (23,…, 29) والملاحق (23,….,29) ان تأثير ملوحة مياه الري أثر سلبا مقارنة بإضافة السماد البوتاسي ومخلفات الأغنام فقد كان تأثيرهما ايجابيا في جميع معايير النمو للذرة الصفراء و التي شملت ارتفاع النبات و الوزن الجاف للمجموع الخضري وطول العرنوص وحاصل الحبوب و وزن 500 حبة والحاصل البايولوجي سواء كانت هذه التأثيرات مفردة او عند التداخل ، اذ انخفضت جميع الصفات مع إرتفاع قيمة الايصالية الكهربائية لمياه الري والذي يعزى سببه لزيادة الظغط الازموزي في المنطقة الجذرية والذي يحد من النشاط الانزيمي وامتصاص الماء والعناصر الغذائية والذي يؤثر سلبا في الصفات انفة الذكر وهذه النتائج تتفق مع ما توصل اليه الخفاجي (2020) و Sousa وآخرون (2021) و الشحماني (2023) .

ازدادت جميع معايير النمو والمؤشرات انفة الذكر عند التسميد البوتاسي وقد يعود سبب هذه الزيادة المعنوية إلى زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية بصورة جيدة وميسرة نتيجه احتواء السماد البوتاسي على عنصر الكبريت و ايون البوتاسيوم وهما من العناصر المغذية الرئيسيه للنبات وخاصة ايون البوتاسيوم والذي يمتاز بعدة وظائف والتي منها يعمل على تقليل الاجهاد المائي والملحي وله دور في انقسام واستطالة الخلايا المرستيمية و التي تنعكس على زيادة او ارتفاع النبات بالتالي له زيادة في كفاءة عملية التمثيل الكاربوني وينعكس ذلك في زيادة

المواد المصنعة في عملية التمثيل الكاربوني فضلا عن دوره في نقل المواد المصنعة في الأوراق إلى إماكن خزنها بالحبوب وبالتالي زيادة وزن الحبة وهذا مايوكد ارتباطه بين ارتفاع النبات ووزن 500 حبة وحاصل المادة الجافة والحاصل البايولوجي وكافة معايير النمو للنبات وهذه النتائج تتوافق مع ماجاء به مجيد (2020) و الذهيباوي (2021) و سهم (2022) .

تفوقت معايير النمو سابقة الذكر عند إضافة السماد العضوي للتربة في جميع صفات النبات المدروسة ، وقد يعزى سبب تفوق الأسمدة العضوية لكونها تحسن من ظروف التربة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية والحيوية وتجهيز النبات بالمغذيات وزيادة امتصاصها من قبل النبات ونتيجة لذلك يزداد تصنيع الغذاء وانقسام وتطور الخلايا النباتية والذي بدوره ينعكس على صفات النبات المدروسة والمذكورة سابقا هذه النتائج تتفق مع ما وجده Zaimenko وآخرون(2018) و Asfaw (2022) و الشحماني (2023).

أظهر التفوق المعنوي للتداخل الثنائي بين السماد البوتاسي و ملوحة مياه الري لقيم الصفات النباتية المذكورة سابقا عند التسميد البوتاسي وانخفاضها مع زيادة ملوحة مياه الري ، وقد يعزى سبب انخفاض الملوحة وذلك لدور سماد كبريتات البوتاسيوم المستخدمة والتي تعمل على خفض مستوى الملوحة لمايمتاز به ايون البوتاسيوم الذي يعمل على تقليل الاجهاد المائي والملحي ممايزيد من امتصاص الماء والمغذيات حيث ان الإضافة القليلة من السماد تعمل على خفضpH التربة في المنطقة الجذرية وتسهل امتصاص الفوسفات والمغذيات الدقيقة وهذا ينعكس في زيادة نمو النبات وتطور الخلايا النباتية وتصنيع الغذاء وبذلك يزداد ارتفاع النبات وطول العرنوص والوزن الجاف للمجموع الخضري ووزن 500 حبة وحاصل الحبوب والحاصل البايولوجي ، وهذه النتائج تتوافق مع ماجاء به عبد الرسول (2007) و العزاوي (2018) و العتبي(2021) .

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي التفوق المعنوي لصفات النبات المدروسة وقد يعزى سبب الزيادة المضافة من السماد العضوي (مخلفات الأغنام) والذي تمتاز هذه الاسمدة بقلة محتواها من الاملاح بالمقارنة مع بقية الأسمدة العضوية فقد سجلت أعلى ارتفاع للنبات واكبر قطر للساق وعدد البذور والحاصل الكلي لان مخلفات الأغنام اكثر جفافا واسهل في الاستخدام من مخلفات الدواجن والابقار, كما تحتوي على اعلى نسبة من الفسفور و البوتاسيوم وتساعد على تكوين جذور قوية وعميقة للدفاع ضد الافات والنمو السريع وقلة رائحتها وهذا يمكن من استخدامه كسماد عضوي والذي يسمى بالسماد البارد بسبب محتوى المنخفض من النتروجين ,

كذلك كونها تنتج احماض عضوية عند تحللها ترتبط مع الايونات المسؤولة عن زيادة ملوحة التربة لتكون مركبات سهلة الغسل والانتشار في التربة وبذلك يسهل غسلها من التربة وكذلك الأسمدة العضوية تمد التربة بالعناصر الغذائية وزيادة جاهزيتها ليسهل امتصاصها من قبل النبات وبالتالي ينعكس على صفات النبات المدروسة وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه Kaya وآخرون(2018) و المسمار(2021) و Ali وآخرون (2022)و Wang وآخرون (2022) و Zhang وآخرون) . 2023)

إما تداخلات السماد العضوي المضاف وسماد البوتاسيوم فمن خلالهما ازدادت معايير النمو للنبات وذلك نتيجة للدور المهم لكلا المعاملتين في تحسين ظروف التربة وزيادة جاهزية العناصر الغذائيه وتركيزها مع إضافة السماد العضوي (مخلفات الاغنام) التي تكون ذات تأثير ملحي قليل عند اضافتها مع سماد البوتاسيوم حيث ان الاحماض العضويه الناتجة من تحلل الأسمدة العضوية ترتبط مع الايونات المسؤولة عن زيادة ملوحة التربة لتكون مركبات سهلة الغسل والانتشار في التربة وبذلك يسهل غسلها من التربة وكذلك الأسمدة العضوية تمد التربة بالعناصر الغذائية وزيادة جاهزيتها ليسهل امتصاصها من قبل النبات إما بالنسبه لإضافة البوتاسيوم فكان تأثيره الإيجابي في المحافظة على هذا المؤشر من خلال المحافظة على التوازن الغذائي في المنطقة الجذرية والمحافظة على النشاط الانزيمي وامتصاص الماء والعناصر الغذائية بصورة ميسرة من خلال دفع الشعيرات الجذرية على ايجاد مساحة أكبر من التربة والذي ينعكس على امتصاص أكبر قدر ممكن من العناصر الغذائيه وهذا ينعكس في زيادة نمو النبات وتطور الخلايا النباتية من خلال انقسام خلاياها وتصنيع الغذاء وبذلك يزداد ارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموع الخضري ووزن 500 حبة وحاصل الحبوب والحاصل البايولوجي للذرة الصفراء . وهذه النتائج تتوافق مع تواصل اليه الكرطاني وآخرون (2016) و مجيد (2020) و Hamed (2021) .

أشارت نتائج التداخل الثلاثي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف التفوق المعنوي عند اعلى تركيز لمستوى البوتاسيوم المضاف ومستوى السماد العضوي واقل تركيز لملوحة مياه الري وذلك لدوره الإيجابي من خلال زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية الأخرى نتيجة افراز بعض الانزيمات ومنظمات النمو والتي تشجع نمو النبات وتقلل الاجهاد المائي والملحي و الانخفاض لمعايير النمو عند اعلى مستوى لملوحة مياه الري وقد يعزى ذلك لكون المياه المالحة تقلل من جاهزية العناصر الغذائيه بينما السماد

العضوي يقلل من تأثير المياه المالحة ويزيد من جاهزية العناصر المغذية لما لها من صفات لتحسين خصائص التربة وبالتالي تزيد من معايير نمو وأنتاج الذرة الصفراء بغض النظر عن المستوى الملحي لمياه الري وتنخفض تلك المعايير بعدم الإضافة للسماد العضوي والبوتاسي وزيادة ملوحة مياه الري وهذا يتفق مع ماتوصل اليه مجيد(2020) و Zhang وآخرون (2023).

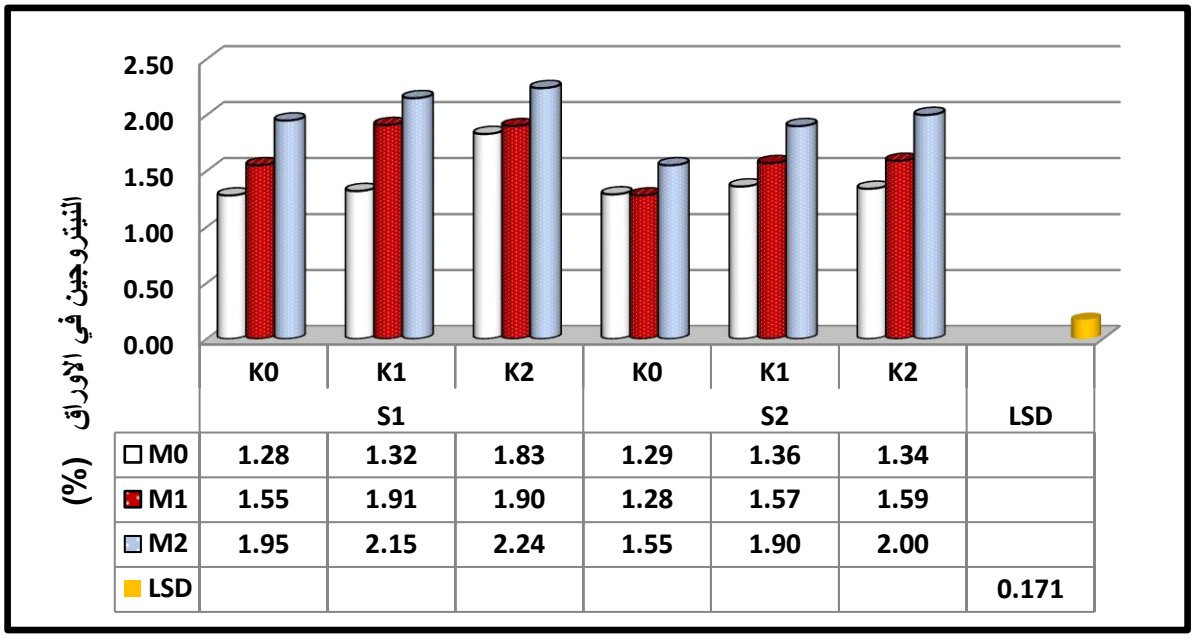
4-4 تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز بعض العناصر الغذائية في الأوراق عند الحصاد

4-4-1 النتروجين الكلي في الأوراق (%)

يتضح من الشكل 30 والملحق 30 الانخفاض المعنوي في تركيز النتروجين في أوراق الذرة الصفراء مع إرتفاع ملوحة مياه الري ، أذ انخفض من 1.79 % عند المعاملة S1 إلى 1.54 % عند المعاملة S2 ، كذلك يتبين من نتائج التحليل الاحصائي التفوق المعنوي لتركيز النتروجين في أوراق الذرة الصفراء عند التسميد البوتاسي ، إذ ازداد تركيز النتروجين من 1.48 % عند معاملة المقارنة K0 إلى 1.70 % و 1.82 % عند المعاملتين K1 و K2 على التتابع ، أظهرت نتائج إضافة السماد العضوي تفوقا معنويا في تركيز النتروجين في أوراق الذرة الصفراء أذ ازداد التركيز من 1.40 % عند معاملة المقارنة M0 إلى 1.63 % و 1.97 % عند المعاملتين M1 و M2 على التتابع .

يلاحظ من التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد البوتاسي عدم وجود فروق معنوية بين النتائج إذ كانت اقل قيمة لتركيز النتروجين في أوراق نبات الذرة الصفراء 1.37 % للتداخل S2K0 واعلى تركيز بلغ 1.99 % عند التداخل S1K2 ، إما التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي فيظهر التفوق المعنوي لتركيز النتروجين في النبات عند إضافة السماد العضوي وأنخفض مع زيادة ملوحة مياه الري ، حيث ان أدنى تركيز للنتروجين بلغ 1.33 % عند التداخل S2M0 واعلى تركيز للنتروجين 2.11 % عند التداخل S1M2 ، وخلافا للتداخلين السابقين فأن التداخل بين السماد العضوي و التسميد البوتاسي فكلاهما يزيدان من تركيز النتروجين إذ ازداد تركيز النتروجين من 1.28 % عند التداخل M0K0 إلى 2.12 % عند التداخل M2K2 .

إما التداخل الثلاثي فيظهر التفوق المعنوي للمعاملات المروية بمياه ري منخفضة الملوحة مع إضافة السماد العضوي و التسميد البوتاسي فأعطى اعلى تركيز للنتروجين بلغ 2.24 % عند التداخل S1M2K2 إما التداخل S2M0K0 فاعطى أدنى تركيز للنتروجين بلغ 1.29 % .



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	1.28	1.32	1.83	1.29	1.36	1.34	
M1	1.55	1.91	1.90	1.28	1.57	1.59	
M2	1.95	2.15	2.24	1.55	1.90	2.00	
LSD							0.171

شكل (30)تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز النتروجين في الأوراق %

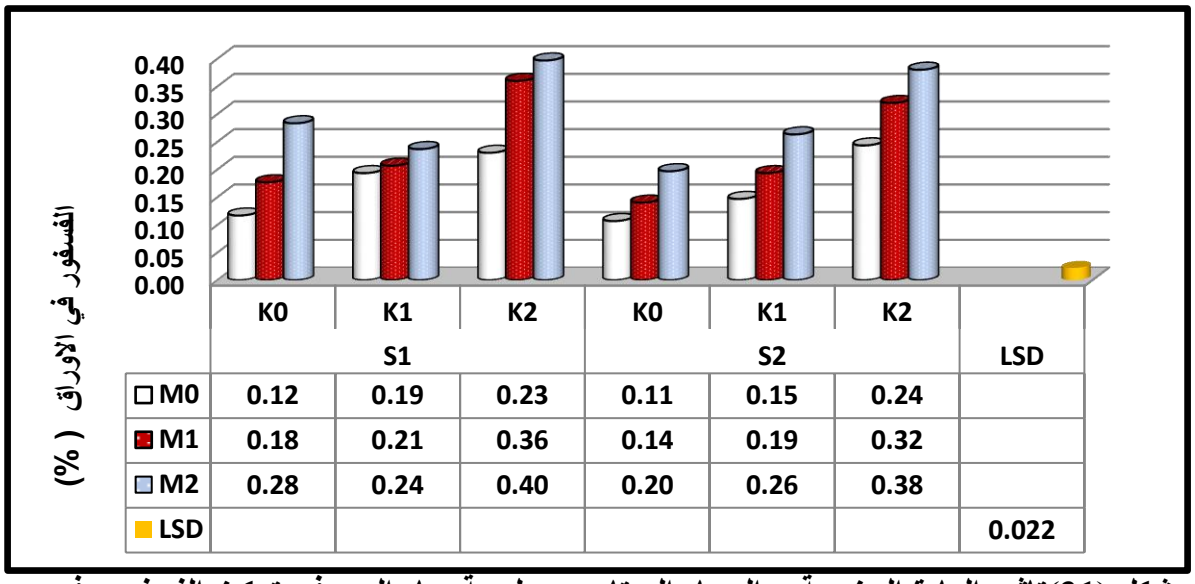
4_4_2 الفسفور الكلي في الأوراق (%)

أثرت زيادة ملوحة مياه الري سلبيا في تركيز الفسفور في الأوراق فأنخفض التركيز من 0.24 % عند المعاملة S1 إلى 0.22 % عند المعاملة S2 وبنسبة انخفاض بلغت 8.33 % ، ازداد تركيز الفسفور في أوراق الذرة الصفراء عند التسميد البوتاسي من 0.17 % عند معاملة المقارنة K0 إلى 0.21 % و 0.32 % عند المعاملتين K1 و K2 على التتابع ، اتضح من نتائج التحليل الاحصائي في الشكل 31 والملحق 31 التفوق المعنوي عند إضافة السماد العضوي في تركيز الفسفور في الأوراق ، إذ ازداد التركيز من 0.17 % عند معاملة المقارنة M0 إلى 0.23 % و 0.29 % عند المعاملتين M1 و M2 على التتابع .

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي التفوق للمعاملات المضاف لها السماد البوتاسي على حساب معاملة المقارنة أذ ازداد تركيز الفسفور من 0.15 % عند التداخل

S2K0 إلى 0.33 % عند التداخل S1K2 ، كذلك أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و السماد العضوي التفوق المعنوي للتداخلات المضاف لها السماد العضوي فأزداد تركيز الفسفور من 0.17 % عند التداخل S2M0 إلى 0.31 في تركيز الفسفور في الأوراق ، أذ ازداد التركيز من 0.11 % عند التداخل M0K0 إلى 0.39 % عند التداخل M2K2 .

أظهر التداخل الثلاثي التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي و التسميد البوتاسي مع اقل ملوحة لمياه الري على التداخلات التي تزداد فيها ملوحة مياه الري فأزداد تركيز الفسفور في الأوراق من 0.11 % عند التداخل S2M0K0 إلى 0.40 % عند التداخل S1M2K2 وبقية التداخلات بين هذين التداخلين .



	S1			S2			
	K0	K1	K2	K0	K1	K2	LSD
M0	0.12	0.19	0.23	0.11	0.15	0.24	
M1	0.18	0.21	0.36	0.14	0.19	0.32	
M2	0.28	0.24	0.40	0.20	0.26	0.38	
LSD							0.022

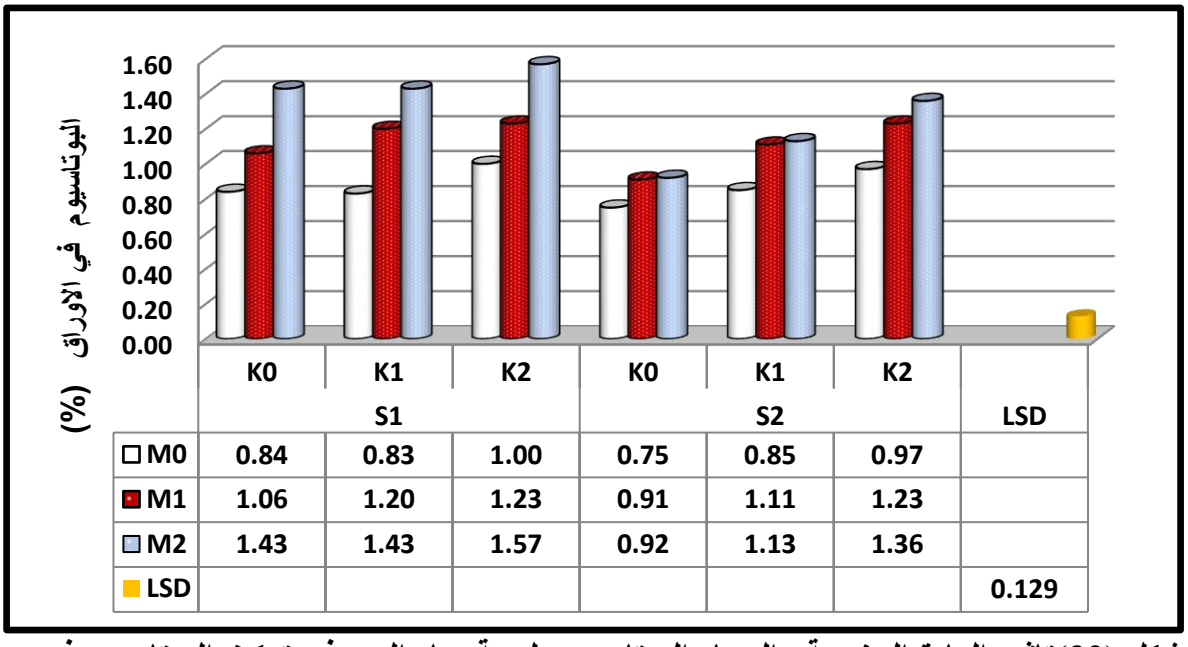
شكل (31)تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الفسفور في الأوراق %

4_4_3 البوتاسيوم الكلي في الأوراق (%)

يلاحظ من الشكل 32 والملحق 32 الانخفاض المعنوي لتركيز البوتاسيوم في أوراق الذرة الصفراء عند الحصاد كلما زادت ملوحة مياه الري، أذ حققت المعاملة S1 أعلى تركيز بلغ 1.18 % بينما المعاملة S2 فاعطت اقل تركيز للبوتاسيوم في الاوراق بلغ 1.03 % ، أظهر التسميد البوتاسي فعاليته في زيادة تركيز البوتاسيوم في أوراق الذرة الصفراء أذ حققت المعاملة K2 اعلى تركيز للبوتاسيوم 1.23 % بينما حققت معاملة المقارنة K0 تركيز بلغ 0.99 % وقد كانت نسبة

الزيادة بين المعاملة المضاف لها السماد البوتاسي ومعاملة المقارنة 24.24 % ، كما بينت النتائج دور السماد العضوي المضاف في زيادة جاهزية العناصر الغذائيه في المنطقة الجذرية وتحسين ظروف امتصاصها من خلال زيادة تركيز البوتاسيوم في أوراق الذرة الصفراء بالمقارنة مع معاملة المقارنة التي لم يضاف لها السماد العضوي إذ تحقق اعلى تركيز في المعاملة M2 قيمته 1.31 % بالمقارنة مع معاملة المقارنة M0 التي حققت اقل تركيز قد بلغ 0.88 % .

يلاحظ في التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي هنالك فروق معنوية في صفة تركيز البوتاسيوم في الأوراق بين المستويات الملحية لمياه الري نفسها و التسميد البوتاسي بالمقارنة مع معاملة المقارنة ومستويات الإضافة مع بعضهما إذ تحققت أعلى قيمة بالتداخل S1K2 بالمقارنة مع التداخل S2K0 الذي حقق اقل قيمة فكانت نسبة الانخفاض 32.28 % ، حققت توليفة ملوحة مياه الري والسماد العضوي فروقات معنوية في صفة تركيز البوتاسيوم في الأوراق بين مستويات ملوحة مياه الري S1 و S2 مع بعضها وكذلك انواع السماد العضوي M1 و M2 ومعاملة المقارنة M0 أذ حققت التوليفة S1M2 اعلى تركيز للبوتاسيوم 1.48 % بالمقارنة مع التوليفة S2M0 التي حققت اقل متوسط لتركيز البوتاسيوم بلغ 0.86 % والتي وصلت فيها نسبة الانخفاض إلى 41.89 % .



	K0	K1	K2	K0	K1	K2	
	S1			S2			LSD
M0	0.84	0.83	1.00	0.75	0.85	0.97	
M1	1.06	1.20	1.23	0.91	1.11	1.23	
M2	1.43	1.43	1.57	0.92	1.13	1.36	
LSD							0.129

شكل (32)تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم في الأوراق %

يتبين من التداخل الثنائي بين إضافة السماد العضوي و التسميد البوتاسي التفوق المعنوي للمعاملات المستخدم فيها كلا من السماد العضوي و التسميد البوتاسي بمستوياتهما على معاملة المقارنة أذ تحقق اعلى تركيز للبوتاسيوم في الاوراق عند التداخل M2K2 نسبته 1.46 % بينما اقل تركيز بلغ 0.80 % عند التداخل M0K0 .

يظهر من نتائج التداخل الثلاثي سيادة التأثير المنفرد لجميع المعاملات على تركيز البوتاسيوم في أوراق الذرة الصفراء عند الحصاد والتأثير الإيجابي للسماد العضوي والتسميد البوتاسي في تقليل التأثير السلبي للري بالمياه المالحة على تركيز البوتاسيوم في الاوراق ، أذ كانت نسبة الانخفاض بين أعلى تركيز للبوتاسيوم في الاوراق عند التداخل S1M2K2 واقل تركيز عند التداخل S2M0K0 هي 52.22 % .

يتضح من نتائج الأشكال (32,31,30) والملاحق (32,31,30) التأثير المعنوي للتسميد البوتاسي والتسميد العضوي في محتوى الأوراق من النتروجين والفسفور و البوتاسيوم والانخفاض عند الري بالمياه المالحة ، إذ نلاحظ انخفاض تركيز النتروجين في الأوراق عند زيادة ملوحة مياه الري وقد يعزى سبب ذلك إلى انخفاض تركيز النتروجين في التربة نتيجة التأثير السلبي للايونات التي تزيد من الضغط الازموزي وتطاير النتروجين من التربة وقلة فعالية البكتريا المثبتة للنتروجين وبالتالي يقل امتصاص النبات للنتروجين والذي ينعكس على تركيزه في الأوراق ، إما الفسفور فقد انخفض في الأوراق عند زيادة ملوحة مياه الري وقد يعود السبب إلى التأثير السلبي لزيادة الملوحة مع انخفاض جاهزية الفسفور او ربما يعود السبب إلى ترسيب الفسفور عند زيادة تركيز الاملاح في مياه الري واعتماد النبات في امتصاص العنصر على المساحة السطحية للجذور لذا فأن ضعف الجذور يسبب تأثير زيادة التركيز الملحي لمياه الري من المنطقة الجذرية وبالتالي تقل قابلية امتصاص العنصر مما يقل من تركيزه في الأوراق ، كذلك أنخفض تركيز البوتاسيوم في الأوراق عند الري بالمياه المالحة وقد يعزى سبب ذلك إلى تأثير زيادة الملوحة في المنطقة الجذرية وأنعكس ذلك في زيادة الجهد الازموزي لوسط النمو وعدم قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائيه وبضمنها البوتاسيوم وتتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه Nehela وآخرون (2021) و الشحماني (2023).

أظهر التسميد البوتاسي التفوق المعنوي في تركيز النتروجين في الأوراق وقد يعزى سبب زيادة تركيز النتروجين في الاوراق بسبب إضافة السماد البوتاسي لان البوتاسيوم يعمل كمنظم نمو

و محفز في تكوين اعضاء النبات وتنشيط فعاليته الحيوية وزيادة الاستطالة والانقسام الخلوي ونقل نواتج الايض الغذائية المتمثلة بالكاربوهيدرات والاحماض الأمينية ممايتطلب توفير كميات إضافية من النتروجين وهذا ما يؤكد دور الاسمدة البوتاسية التي تعمل على زيادة تركيز النتروجين في الأوراق لحاجة النبات ، كذلك الفسفور ازداد تركيزه في اوراق نبات الذرة الصفراء عند إضافة السماد البوتاسي ويعزى سبب ذلك إلى دور ايون البوتاسيوم في تنشيط العمليات الحيوية فضلا عن أن البوتاسيوم له علاقة ايجابية في تحفيز عملية التمثيل الضوئي وبالطبع تكون حاجة النبات إلى الفسفور عالية جدا وهذا يشير إلى دور الأسمدة البوتاسية المضافة التي تعمل على زيادة تركيز الفسفور في النبات خاصة الجزء الخضري ، إما البوتاسيوم فنلاحظ التفوق المعنوي للاسمدة المضافة وخاصة عند المستوى K2 حيث نلاحظ الزيادة في تركيز البوتاسيوم في نبات الذرة الصفراء وقد يعود السبب إلى زيادة جاهزية ايون البوتاسيوم في محلول التربة ومن ثم زيادة قدرة النبات على امتصاصه عن طريق الجذور وانتقاله إلى الاجزاء الاخرى للنبات وبالتالي زيادة إضافة السماد البوتاسي من تركيز ايون البوتاسيوم في ألاوراق. وتتوافق هذه النتائج مع ماتوصل اليه عبد الرسول (2007) و كريم (2016) و مجيد (2020) .

أظهر التسميد العضوي التفوق المعنوي في تركيز النتروجين و الفسفور و البوتاسيوم في نبات الذرة الصفراء عند الحصاد إذ تفوق السماد العضوي في تركيز العناصر المغذية للنبات وقد يعزى هذا التفوق في تركيز النتروجين مع إضافة السماد العضوي وخاصة عند المستوى M2 إلى زيادة النمو الخضري للنبات وتحسين ظروف التربة التي تعمل على تحسين مستوى التغذية للنبات وذلك من خلال الاحماض الأمينية الناتجة من تحلل الأسمدة العضوية حيث تزيد من جاهزية العناصر الغذائية في التربة ومن ثم زيادة امتصاصها من قبل النبات وانتقاله إلى داخل الجزء الخضري مما أدى إلى زيادة تركيز النتروجين في النبات , فضلا عن دور هذا السماد في تحسين المستوى التغذوي لنبات الذرة الصفراء في زيادة امتصاص العناصر المغذية و كذلك انها تعمل على زيادة قابلية الأنسجة النباتية على حركة النتروجين بين أجزاء النبات وبالتالي تزداد عملية البناء الضوئي وصناعة الغذاء في الأوراق والذي ينعكس على تركيزه في الأوراق، إما الفسفور فنلاحظ زيادة معنوية لتركيز الفسفور في أوراق نبات الذرة الصفراء عند استخدام التسميد العضوي وقد يعود السبب إلى دور المادة العضوية او التسميد العضوي المضاف ومايحتويه من عناصر ومغذيات ضرورية لنمو النبات ويلاحظ ذلك من خلال زيادة الفعاليات الحيوية وزيادة النمو الخضري

والجذري للنبات مما ينعكس أيجابيا على امتصاص العناصر المغذية من التربة وزيادة تركيزها في النبات وبضمنها الفسفور.

إما البوتاسيوم لوحظ زيادة في تركيز البوتاسيوم في أوراق نبات الذرة الصفراء عند المستويات العالية من المادة العضوية المضافة بالمقارنة مع عدم الإضافة وربما يعزى السبب في ذلك إلى محتوى المادة العضوية من الأحماض الأمينية والعناصر الصغرى وان امتصاص هذه المغذيات عن طريق الأوراق ودخولها في تركيب أنسجة النبات قد ساهمت في زيادة الفعاليات الحيوية للنبات وأدت إلى تحفيز الانزيمات وتكوين البروتينات مما انعكس على النمو الخضري والجذري وحصول زيادة في امتصاص البوتاسيوم وزيادة تركيزه في الجزء الخضري ويمكن القول انه يعود السبب إلى التأثير الرئيسي لإضافة سماد البوتاسيوم إلى التربة وزيادة النمو الخضري نتيجة قدرة النبات على امتصاص العنصر وتلبية حاجة النبات من هذا العنصر المغذي ، وهذا يتفق مع ما جاء به الناصري (2005) والدلفي (2013) والعزاوي (2018) و سهم (2022) .

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري و التسميد البوتاسي التفوق المعنوي للنتروجين والفسفور و البوتاسيوم مع إضافة السماد البوتاسي (كبريتات البوتاسيوم) وانخفاض ملوحة مياه الري إذ ازداد تركيز النتروجين مع إضافة السماد البوتاسي وقد يعزى سبب ذلك لكون رطوبة التربة مناسبة لأذابة المغذيات الموجودة فيها إذ أن تواجد الصور الجاهزة للمغذيات النباتية يكون إما بشكل ذائب في محلول التربة او متبادل على سطوح غروياتها اي انها تكون أكثر جاهزية للامتصاص من قبل النبات وهذا يؤكد دور انخفاض ملوحة المياه لتوفر رطوبة مناسبة لزيادة تركيز النتروجين الجاهز لامتصاص النبات بالتالي زيادة تركيزه في الأوراق ، إما الفسفور فنلاحظ ايضا زيادة تركيزه في اوراق نبات الذرة الصفراء عند انخفاض ملوحة مياه الري مع زيادة الإضافة لمستوى التسميد البوتاسي فتعود الزيادة المعنوية في الكميات الممتصة من عنصر الفسفور لإضافة مستوى السماد البوتاسي العالي المتمثل بكبريتات البوتاسيوم حيث ان الإضافة منه يعمل على خفض pH التربة في منطقة حول الجذور وتسهل امتصاص الفوسفات والمغذيات الدقيقة في التربة وبالتالي يعمل سماد كبريتات البوتاسيوم على زيادة امتصاص الفسفور و الحديد والمغذيات الدقيقة بواسطة جذور النبات ، ان توفر محتوى رطوبي للتربة ملائم لزيادة ذوبان بعض مركبات الفسفور في التربة وبالتالي زيادة جاهزيتها بالإضافة إلى الفسفور الموجود اصلا في التربة والمضاف كسماد يؤدي إلى زيادة معدل انتشار الفسفور في التربة ومن ثم زيادة الكميات الممتصة منه من قبل

النبات ، إما البوتاسيوم فنلاحظ التفوق المعنوي لتركيز البوتاسيوم في أوراق نبات الذرة الصفراء و انخفاض ملوحة مياه الري مع إضافة السماد البوتاسي و زيادة مستويات إضافة السماد البوتاسي التي ادت إلى زيادة البوتاسيوم الذائب في محلول التربة ، هذا بالإضافة إلى زيادة امتصاص الجذور له ومن ثم انتقاله إلى الجزء الخضري بما يتناسب مع حاجة النبات و زيادة تركيزه في الأوراق ، إما عند ازدياد ملوحة مياه الري فينعكس ذلك على جاهزية العناصر الغذائية سلبيا من خلال زيادة الجهد الازموزي لوسط النمو وعدم قدرة النبات على امتصاص العناصر الغذائية ومنها البوتاسيوم وهذا يؤثر على تركيز البوتاسيوم في الأوراق ، وهذا يتفق مع ماتوصل اليه اللامي (2018) و مجيد (2020) .

أظهر التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي المضاف التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد العضوي في زيادة تركيز النتروجين والفسفور و البوتاسيوم في الأوراق فنلاحظ زيادة تركيز النتروجين مع مستويات إضافة السماد العضوي ويعزى سبب ذلك إلى احتواء السماد العضوي على المغذيات ومنها النتروجين واستمرار عملية التحلل واطلاق النتروجين في التربة وجعله جاهز للامتصاص من قبل النبات ، فضلا عن خفض قيم تفاعل وملوحة التربة مما زاد من جاهزية العناصر الغذائية في التربة عند مواقع الامتصاص ، وقد تكون الأسمدة العضوية مع الأيونات الذائبة مركبات سهلة الغسل والانتشار في المنطقة الجذرية وكذلك فإن الأحماض الناتجة من تحللها تخفض درجة تفاعل التربة بالتالي تزيد من جاهزية العناصر وتقلل من تأثير الملوحة فتزداد المغذيات النباتية والمياه التي يمتصها الجذر وبذلك يزداد تركيز النتروجين في الأوراق ، إما بالنسبة للفسفور فقد ازداد تركيز الفسفور في الأوراق عند إضافة السماد العضوي بالتداخل مع ملوحة مياه الري بسبب إضافة السماد العضوي يؤدي إلى زيادة امتصاص الفسفور في الجزء الخضري لنبات الذرة الصفراء ويظهر سبب ذلك لاحتواء السماد العضوي المضاف على نسبة من الفسفور ودوره الضروري في تحسين صفات التربة الكيميائية والفيزيائية والحيوية ، وقد يمتاز السماد العضوي باحتواءة على عنصر الفسفور الذي يمتاز بتكوينه مركبات سهلة الغسل والانتشار مع الأيونات الذائبة في محلول التربة من المنطقة الجذرية ليبقى الفسفور حرا ويزداد امتصاصه من قبل الجذور وكذلك تعمل الاحماض العضوية الناتجة عند تحلل السماد العضوي على أذابة المركبات الحاوية على الفسفور وبذلك يسهل على جذور النبات امتصاص أكبر قدر من الفسفورالذي ينعكس تاثيره على تركيزه في النبات .

اتضح من التداخل الثنائي بين ملوحة مياه الري والسماد العضوي التفوق المعنوي في تركيز البوتاسيوم في أوراق نبات الذرة الصفراء حيث ان تأثير الأسمدة العضوية على تركيز البوتاسيوم في الأوراق وقد ارتفع تركيزالبوتاسيوم مع زيادة مستوى الإضافة للمادة العضوية وقد يعود ذلك إلى احتواء الأسمدة العضوية على احماض عضوية ومركبات مخلبية طبيعية التي يمكن ان تسهم في زيادة جاهزية البوتاسيوم وبالتالي زيادة تركيز البوتاسيوم في النسيج النباتي عند زيادة مستويات مختلفة من مخلفات المادة العضوية للتربة و دور السماد العضوي في زيادة كل من السعة التبادلية الكاتيونية وخفض درجة تفاعل التربة وبذلك يزداد مسك الأيونات الموجبة مثل البوتاسيوم ومنعه من التثبيت وزيادة جاهزيته ، وقد يكون ايضا سبب زيادة تركيز البوتاسيوم في الاوراق نتيجة إضافة السماد العضوي الا ان تحلل المواد العضوية التي ينتج عنها احماض عضوية مختلفة لها القابلية على أذابة المعادن الحاملة للبوتاسيوم وبالتالي تحرره إلى محلول التربة و زيادة جاهزيته وامتصاصه من قبل النبات وبذلك فان السماد العضوي يعمل على زيادة جاهزية البوتاسيوم في الأوراق ، وهذا ما تؤكده النتائج التي توصل اليها الزيدي (2017) و مجيد (2020) و الشحماني(2023).

أظهر التداخل الثنائي بين السماد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف إلى التفوق المعنوي لتركيز النتروجين والفسفوروالبوتاسيوم في الأوراق , نتيجة لإضافة الاسمدة العضوية في زيادة النسبة المئوية للنايتروجين من خلال المستوى المضاف وتأثيرها على المحتوى بالإضافة إلى اختلاف معدلات الإضافة حيث ان السماد العضوي المضاف (مخلفات الاغنام) يمتاز بارتفاع محتوى النايتروجين وان ارتفاع النايتروجين يؤدي إلى الادوار المهمة للمغذيات في العمليات الحيوية المختلفة وانعكاس ذلك على زيادة كفاءة النبات ومقدرته على امتصاص النايتروجين ومن ثم ارتفاع النايتروجين في الأوراق وكذلك بالنسبة لدور السماد البوتاسي في رفع او زيادة تركيز النايتروجين في الأوراق الذي كان له دور إيجابي من خلال زيادة قدرة النبات على امتصاص الماء والعناصر الغذائية الأخرى نتيجة افراز بعض الانزيمات ومنظمات النمو التي تشجع على نمو النبات وتقلل الاجهاد المائي والملحي .

يعزى الدور الإيجابي المشترك للفسفور والبوتاسيوم باضافة التسميد البوتاسي والتسميد العضوي من خلال تحسين السماد العضوي لظروف التربة وزيادة تركيز العناصر الغذائية فيها وكذلك خفض درجة تفاعل التربة التي تجعل المغذيات النباتية جاهزة للامتصاص من قبل النبات إما

زيادة تركيز الفسفور في التربة من خلال امداده بالفسفور من السماد نفسه وايضا ذوبان المركبات الحاوية على البوتاسيوم وبالتالي زيادة جاهزيته او زيادة تركيزه في التربة ، كذلك للسماد البوتاسي دور مهم في زيادة الفسفور و البوتاسيوم في النبات لما يحتويه من دور مهم لاحتوائه على ايون البوتاسيوم والكبريتات وهما من العناصر الغذائيه المهمه والضرورية لنمو النبات بصورة جيدة وما يقوم به ايون البوتاسيوم من تأثيرات إيجابية في المحافظة على التوازن الغذائي في المنطقة الجذرية والمحافظة على النشاط الانزيمي وامتصاص الماء والعناصر الغذائية بصورة ميسرة من خلال دفع الشعيرات الجذرية على ايجاد مساحة أكبر من التربة والذي ينعكس على امتصاص أكبر قدر ممكن من العناصر الغذائيه وبالتالي تعمل على زيادة تراكيز كل من الفسفور وايون البوتاسيوم للنبات في الجزء الخضري ، وبالتالي أن امتصاص N و P و K هو انعكاس لنتائج الوزن الجاف وتراكيز العناصر في النبات أي ان إضافة السماد المعدني قد يؤدي إلى زيادة الكمية الممتصة من ال N P K في المجموع الخضري مع زيادة مستويات الإضافة السمادية ، وذلك لدوره هذه العناصر في تكوين مجموع جذري قوي وكفوء في امتصاص المغذيات من التربة و قد انعكس على الكمية الممتصة من العناصر المغذية في المجموع الخضري ، لذلك فأن الاستجابة للتسميد العضوي هو بسبب احتواء هذا السماد على المغذيات ودوره في تحسين بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية والخصوبية لنمو النبات والذي قد يؤدي إلى زيادة تراكيز كل من الفسفور والبوتاسيوم في الأوراق ، وهذا يتفق مع ما وجده كريم (2016) و Jabbar وآخرون (2022) .

أظهر التداخل الثلاثي بين عوامل الدراسة الثلاث من إضافة المادة العضوية ومستوى السماد البوتاسي واقل مستوى لملوحة مياه الري التفوق المعنوي للمعاملات المضاف لها السماد البوتاسي والسماد العضوي في تركيز النتروجين في الأوراق وقد يعزى سبب ذلك للدور المشترك بين السماد البوتاسي ومستوى السماد العضوي المضاف في تحسين بيئة النمو وزيادة جاهزية العناصر فيزداد التركيز في الأوراق إما انخفاض تركيزه فقد يعزى سبب ذلك للدور السلبي لمياه الري المالحة وتأثيرها على بعض خصائص التربة الكيميائية والفيزيائية والخصوبية او الحيوية وبالتالي يقل امتصاص المغذيات النباتية فينخفض تركيز النتروجين في المجموع الخضري للنبات عند نهاية موسم النمو.

ازداد تركيزالفسفورعند إضافة السماد البوتاسي والسماد العضوي وذلك بسبب التأثيرالإيجابي المشترك لإضافة الأسمدة العضوية والاسمدة البوتاسية في تحسين بعض ظروف

التربة ومن ثم زيادة جاهزية المغذيات النباتية والتأثير في التقليل من التأثير السلبي لملوحة مياه الري لما لها تأثير في انخفاض تركيز الفسفور في المجموع الخضري بسبب تثبيت الفسفور عند ارتفاع الملوحة نتيجة تكوينه مركبات مع بعض الايونات تجعل من الفسفور غير جاهز للامتصاص للنبات وبذلك يقل تركيزه في المجموع الخضري للنبات وهذا يتفق مع ما توصل اليه Rodrigues وآخرون (2021).

ازداد تركيزالبوتاسيوم عند إضافة السماد البوتاسي والسماد العضوي وأنخفض بزيادة ملوحة مياه الري وقد يعود ذلك لاحتواء السماد العضوي على كميات عالية من البوتاسيوم في محلول التربة وبالتالي تزيد من جاهزية البوتاسيوم وأذابة بعض المركبات الحاوية على البوتاسيوم وافراز بعض الانزيمات التي تشجع الجذور على امتصاص البوتاسيوم الذي يعمل الدور المشترك بين إضافة السماد العضوي و التسميد البوتاسي في تقليل الأثر الضار للماء المالح وهذا يتفق مع ماتوصل اليه Rekaby وآخرون (2020) و Zahra وآخرون (2020) و Nehela وآخرون(2021) .

4 -5 تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة مياه الري في بعض المعايير الثرموديناميكية للبوتاسيوم خلال مراحل نمو النبات

4 - 5 -1 القوة الايونية (مول لتر$^{-1}$)

يلاحظ من الجدول 6 تأثير إضافة المادة العضوية ومستويات السماد البوتاسي والري بمياه مالحه والتداخل بينهما في قيم القوة الايونية للبوتاسيوم خلال مراحل نمو المحصول وفيه يتضح انخفاض في قيم القوة الايونية خلال مراحل نمو المحصول حيث تراوحت بين(0.0446 - 0.0286) مول لتر$^{-1}$ في الموعد الأول (بعد مرور 40 يوم من الزراعة) وبين (0.0364 - 0.0248) مول لتر $^{-1}$ في الموعد الثاني (بعد مرور 80 يوم من الزراعة) وبين (0.0299 - 0.0181) مول لتر $^{-1}$ في الموعد الثالث (بعد مرور 120 يوم من الزراعة) ويعزى سبب انخفاض قيم القوة الايونية للبوتاسيوم خلال مراحل نمو المحصول إلى حصول حالة استنزاف للبوتاسيوم خلال مراحل نضج المحصول أكثر مما في مرحلة النمو الخضري ومن ثم إنخفاض محتوى البوتاسيوم ، حيث اظهرت النتائج تاثيرا معنويا للقوة الايونية في تركيز ايون البوتاسيوم في المجموع الخضري للنبات.

إن زيادة تراكيز الايونات الناتجة عن تملح التربة في وسط النمو تسبب فقدان النباتات لقابليتها الإختيارية في امتصاص العناصر المغذية وخاصة ايون البوتاسيوم بوجود ايون الصوديوم وذلك لان التنافس بين ايوني الصوديوم والبوتاسيوم يكون على حامل ايوني مشترك ممايقلل من امتصاص ايون البوتاسيوم بسبب زيادة تركيز الصوديوم في التربة وهذا يتفق مع ماتوصل اليه AL-Rekaby (2010) واذبيب وآخرون (2013). كما تبين انخفاض معدل قيم القوة الايونية مع الزمن ويعزى ذلك إلى دور المادة العضوية المضافة في مسك الايونات ذات التأثير الملحي المتمثلة بالكالسيوم والمغنسيوم ومن ثم خفض قيم الايصالية الكهربائية مع الزمن, وبشكل عام وضمن نفس المرحلة يلاحظ ان قيم القوة الايونية كانت اعلى بقليل او لم تختلف معنويا بالنسبة للمعاملات التي لم يضاف لها المادة العضوية , ويعزى سبب ذلك إلى دور المادة العضوية في رفع قيم الايصالية الكهربائية بسبب تحرر ايون الهيدرونيوم H_3O^- الناتج من تحلل المادة العضوية والذي يمتاز بالتوصيل النوعي العالي وهذا يتفق مع ما توصل اليه عبد الرسول وآخرون(2009) و الجبوري وآخرون (2011) الذين وجدوا ارتفاعا في معدل قيم القوة الايونية للمعاملات التي تحتوي على مواد عضوية قياسا بالمعاملات التي لم يتم إضافة المادة العضوية لها.

جدول (6) تاثيرالمادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في المعاييرالثرموديناميكية للبوتاسيوم خلال مراحل نمو الذرة الصفراء

المعاملات			بعد مرور 40 يوم من الزراعة					بعد مرور80 يوم من الزراعة					بعد مرور120 يوم من الزراعة				
ملوحة مياه الري	كمية السماد البوتاسي	كمية السماد العضوي	القوة الايونية Mol\L	معامل فعاليةالبوتاسيوم Mol\L	فعالية الـ K 10^{-4} × Mol\L	نشاط البوتاسيوم 10^{-3} × $(Mol\backslash L)^{0.5}$	الطاقة الحرة Gal\ mol	القوة الايونية Mol\L	معامل فعاليةالبوتاسيوم Mol\L	فعالية الـ K 10^{-4} × Mol\L	نشاط البوتاسيوم 10^{-3} × $(Mol\backslash L)^{0.5}$	الطاقة الحرة Gal\ mol	القوة الايونية Mol\L	معامل فعاليةالبوتاسيوم Mol\L	فعالية الـ K 10^{-4} × Mol\L	نشاط البوتاسيوم 10^{-3} × $(Mol\backslash L)^{0.5}$	الطاقة الحرة Gal\ mol
S1	K0	M0	0.0340	0.8310	7.285	8.9	-2782.15	0.0286	0.8421	5.698	9.4	-2853.42	0.0247	0.8510	4.028	11.5	-3152.59
		M1	0.0329	0.8331	7.720	9.9	-2758.11	0.0284	0.8426	6.123	10.1	-2822.11	0.0243	0.8521	4.516	11.8	-3119.42
		M2	0.0314	0.8362	8.362	10.3	-2739.42	0.0280	0.8434	6.550	10.6	-2818.39	0.0229	0.8556	4.791	12.1	-3102.32
	K1	M0	0.0320	0.8349	8.183	9.5	-2723.48	0.0278	0.8439	6.864	10.9	-2811.32	0.0220	0.8579	5.176	12.5	-3095.26
		M1	0.0302	0.8388	8.528	10.5	-2715.16	0.0274	0.8449	7.209	11.3	-2784.52	0.0209	0.8608	5.595	13.5	-3037.17
		M2	0.0299	0.8393	9.009	10.9	-2692.63	0.0269	0.8459	8.093	11.9	-2752.24	0.0200	0.8635	6.562	13.6	-3015.22
	K2	M0	0.0294	0.8404	8.488	9.9	-2667.91	0.0264	0.8470	7.990	12.1	-2723.35	0.0192	0.8657	6.031	14.9	-2989.11
		M1	0.0288	0.8418	9.231	10.7	-2654.24	0.0257	0.8488	8.516	12.8	-2713.92	0.0187	0.8672	6.446	15.0	-2949.22
		M2	0.0286	0.8422	9.574	12.9	-2501.14	0.0248	0.8509	8.935	14.4	-2622.56	0.0181	0.8689	7.183	16.8	-2920.32
S2	K0	M0	0.0446	0.8124	5.227	7.1	-2799.52	0.0364	0.8264	3.526	8.8	-2869.97	0.0299	0.8393	1.986	10.1	-3399.24
		M1	0.0440	0.8134	5.829	7.8	-2796.49	0.0359	0.8274	4.551	9.1	-2837.94	0.0297	0.8398	2.799	11.5	-3362.33
		M2	0.0435	0.8143	7.139	8.1	-2794.84	0.0345	0.8302	5.590	9.9	-2826.79	0.0292	0.8409	3.896	11.9	-3312.01
	K1	M0	0.0428	0.8154	7.039	8.9	-2785.48	0.0339	0.8313	4.156	9.9	-2818.38	0.0286	0.8422	3.902	12.6	-3220.21
		M1	0.0421	0.8165	7.947	9.7	-2757.16	0.0332	0.8325	6.272	10.3	-2814.72	0.0281	0.8432	4.609	13.1	-3192.62
		M2	0.0415	0.8175	8.311	10.7	-2725.24	0.0326	0.8338	6.782	11.1	-2797.39	0.0274	0.8448	5.688	13.9	-3151.33
	K2	M0	0.0412	0.8180	8.126	9.1	-2683.63	0.0320	0.8349	7.347	12.1	-2761.35	0.0271	0.8455	5.778	14.1	-2992.07
		M1	0.0405	0.8193	8.712	9.4	-2667.65	0.0320	0.8349	8.071	13.5	-2723.96	0.0261	0.8477	6.358	14.5	-2958.01
		M2	0.0400	0.8201	9.103	10.5	-2514.01	0.0313	0.8364	8.364	13.9	-2653.51	0.0249	0.8506	6.607	15.2	-2939.63

وهذا قد يتفق مع نتائج Asgari وآخرون (2012) و عبود وعباس (2013) الذين بينوا ان زيادة القوة الايونية في التربة تعمل على انخفاض تركيز ايون البوتاسيوم في الوزن الجاف للنبات والحبوب . كما يلاحظ ان انخفاض تركيز ايون البوتاسيوم يكون متوافقاً مع زيادة القوة الايونية لمحلول التربة ويعزى ذلك إلى الاملاح الموجودة في التربة وهذا يتوافق مع ماتوصل اليه العزاوي (2018) .

أعطت معاملة ذات توليفة S1M2K2 افضل قيم للقوة الايونية خلال مراحل النموأي بإضافة المادة العضوية وخاصة لمستوى الإضافة M2 وإضافة السماد البوتاسي المتمثل بـ (كبريتات البوتاسيوم) عند مستوىK2 مع اقل مستوى لملوحة مياه الريS1 حيث تراوحت بين (0.0286 - 0.0248 - 0.0181) مول لتر $^{-1}$ بالتتابع بالمقارنة مع معاملة S2M0K0 حيث اعطت اعلى قيم للقوة الايونية خلال مراحل نمو المحصول التي تراوحت بين (0.0446 - 0.0364 - 0.0299) مول لتر$^{-1}$ بالتتابع وهذا يتفق مع ما توصلت إليه مجيد (2020).

4 -5-2 فعالية ومعامل فعالية البوتاسيوم (مول لتر$^{-1}$)

تشير النتائج الموجودة في جدول 6 إلى قيم فعالية البوتاسيوم التي تراوحت بين (9.574 ×10^{-4} -5.227 ×10^{-4}) مول لتر$^{-1}$ في الموعدالاول ، وبين (8.935 ×10^{-4} - 3.526 × 10^{-4}) مول لتر$^{-1}$ في الموعد الثاني وبين (7.183×10^{-4} - 1.986 × 10^{-4}) مول لتر$^{-1}$ في الموعد الثالث حيث أعطت اعلى قيمة لفعالية البوتاسيوم معاملة ذات توليفة S1M2K2واقل قيمة اعطتها معاملة ذات توليفة S2M0K0، إذ أن الفعالية الايونية هي مقياس لنشاط الايون والذي يمتصه النبات بشكل اساسي من الجزء الذائب في محلول التربة كذلك يلاحظ أن قيم الفعالية الايونية شهدت انخفاضا خلال مراحل النمو لكن الإضافات السمادية أدت إلى زيادة الفعالية الايونية للبوتاسيوم وخاصة إضافة السماد البوتاسي وعند مستوىK2 ،وهذا يؤكد ما توصل إليه حيث يؤكد ان هناك علاقة خطية معنوية بين فعالية البوتاسيوم والاضافات السمادية البوتاسية وهذا يتوافق مع ماتوصل اليه عبد الرسول (2007) وSposito (2008).

يظهرأن الانخفاض في قيم معامل الفعالية للبوتاسيوم مرتبط بتغير القوة الايونية وكذلك ال ECوطبيعة الايونات المنافسة لايون البوتاسيوم الموجود في معقد التربة وقد يعزى ذلك إلى زيادة تحلل المادة العضوية مع الزمن الامر الذي يسهم في تحرر كمية اكبر من البوتاسيوم في وسط التوازن وانخفاض في فعالية الايونات الثنائية التكافؤ كالكالسيوم والمغنسيوم بسبب تعرضها إلى عملية الامتزاز على اسطح الغرويات العضوية حيث ان إضافة المادة العضوية قد

تسهم وبشدة في زيادة فعالية البوتاسيوم في وسط التوازن للتربة .وهذا ماكده الجبوري وآخرون(2011) والعبدلي (2013) .

بصورة عامة لوحظ انخفاض في قيم الفعالية الايونية للبوتاسيوم عند مرحلة نضج المحصول ويرجع سبب ذلك إلى الاستنزاف البيولوجي العالي للبوتاسيوم من قبل النبات في هذه المرحلة, إذ التركيز حسب المعيار التقليدي يوجد تركيز عالي للبوتاسيوم لكن من ناحية المفهوم الثرموديناميكي يكون هذا ايون البوتاسيوم غير جاهز انيا لكن يعد خزين جيد للتربة في المستقبل يعتمد على الظروف البيئية والجيوكيميائية المحيطة به التي تعمل على زيادة التجهيز للتربة وهذه تعتبر مهمه من الناحية التجهيزية للبوتاسيوم بالنسبة للنبات انيا وعلى المدى البعيد وهذا يتفق مع ما توصل اليه محمود (2018), وهذا الكلام ينطبق مع معامل الفعالية كذلك حيث يلاحظ تفوق معاملة التداخل الثلاثي بالنسبة لمعامل فعالية البوتاسيوم $S_1M_2K_2$ الذي بلغت (0.8422 – 0.8509 – 0.8689) مول لتر$^{-1}$ بالتتابع على معاملة $S_2M_0K_0$ الذي بلغت (0.8124 – 0.8264 – 0.8393) مول لتر$^{-1}$ بالتتابع خلال مراحل نمو المحصول (اي بعد مرور40 و80 و120 يوم من الزراعة) نتيجة الإضافات السمادية ونوعية المياه المستخدمة فقد اعطت معاملة (S1) افضل نتائج من معاملة (S2) حيث كان تاثير الانخفاض لمعاملات (S2) تاثير معنوي لانخفاض قيم معامل الفعالية الايونية للبوتاسيوم قياسا بمعاملات الـ (S1) خلال مراحل نمو المحصول كذلك يلاحظ أن زيادة مستوى السماد البوتاسي المضاف لاسيما (K2) يؤدي إلى زيادة في قيم معامل الفعالية الايونية للبوتاسيوم قياسا بعدم الإضافة(K0) الذي خفض من قيم هذا المعيار, وقد حصلت زيادة لقيم معامل فعالية ايون البوتاسيوم كذلك عند مقارنة مستويات إضافة السماد العضوي (M1 ,M2) قياسا مع معاملة المقارنة (M0) , ويعزى ذلك إلى دور المادة العضوية في تحرر البوتاسيوم في وسط التوازن بسبب محتوى المادة العضوية من البوتاسيوم فضلا عن دور المادة العضوية في جذب الايونات ذات التكافؤ العالي المتمثل بالكالسيوم والمغنسيوم وتقليل فعاليتها في وسط التوزان هذا من جانب ومن جانب اخر فان نواتج تحلل المادة العضوية والمتمثلة بالمجاميع الكاربوكسيلية والفينولية , التي تحرر ايونات الهيدروجين الامر الذي يسهم في زيادة تحرر جزء من البوتاسيوم من مواقع التثبيت وهذا ما أكده عيسى (2022) .

3- 5-4 نسبة نشاط البوتاسيوم ARK (مول لتر$^{-1}$)$^{0.5}$

يعبر ARK عن نسبة نشاط البوتاسيوم إلى نشاط الكالسيوم + نشاط المغنسيوم في محلول تربة الدراسة والذي يعبر عنه بعامل الشدة Intensity factor (I) حيث تراوحت نسبة نشاط البوتاسيوم (ARK) لتربة الدراسة بين[(0.0129 - 0.0071) مول لتر$^{-1}$] $^{0.5}$ بعد مرور 40 يوم من الزراعة وبين[(0.0144 -0.0088) مول لتر$^{-1}$] $^{0.5}$ بعد مرور 80 يوم من الزراعة وبين [(0.0168-0.0101) مول لتر$^{-1}$] $^{0.5}$ بعد مرور 120 يوم من الزراعة ,حيث تشير النتائج التي تم التوصل اليها إلى انخفاض هذا المؤشر في المعاملات التي لايوجد فيها إضافة للمادة العضوية للمراحل الثلاث وكذلك في المعاملات التي لم يضاف لها السماد المعدني أي السماد البوتاسي عند الري بالمياه المالحة او العذبة لكن عند إضافة السماد البوتاسي لاسيما بإضافة المستوى (K2) أدى إلى زيادة قيم هذا المؤشر قياسا بعدم الإضافة (K0) اذ يلاحظ هذا التفوق للتسميد البوتاسي عند جميع مستويات إضافة السماد العضوي M1, M2) (M0,وكذلك كافة معاملات الري (S1, S2) خلال مراحل نمو المحصول وهذا يؤكد دور المستويات العالية من إضافة السماد البوتاسي في رفع قيمة فعالية ايون البوتاسيوم لكونه المؤشر المسؤول عن تغذية النبات وهذا يتفق مع ما وجده Biswas وآخرون (1989) . إما بالنسبة لمستويات إضافة السماد العضوي فيلاحظ ان هناك دورا ايجابيا لمستويات الإضافة (M2, M1)بالمقارنة مع حالة عدم الإضافة (M0) في زيادة نسبة نشاط البوتاسيوم (ARK)من خلال دورها في زيادة جاهزية العناصر المغذية الكبرى والصغرى وبالتالي اهميتها في المحافظة على المستوى الخصوبي للتربة والذي ينعكس على هذا المؤشروهذا يتفق مع ماتوصل اليه عبد الرسول (2007) .

ان إنخفاض قيم نسبة نشاط البوتاسيوم (ARK) في مراحل نمو المحصول قد يعكس الدور البيولوجي في خفض قيم هذا المعيار مع استمرار ظروف الزراعة وهذا يتفق مع ما وجده السعدي(2007), وكذلك يعزى هذا الانخفاض إلى امتصاص ايون البوتاسيوم من قبل النبات خلال مراحل نموه المبكره .

يلاحظ من الجدول6 دور إضافة مستويات من السماد المعدني والسماد العضوي والري بمياه مالحه وعذبة والتداخل بينهما في قيم نسبة نشاط البوتاسيوم(ARK) خلال مراحل نمو المحصول وقد اعطت معاملة الري بمياه عذبة(S1) أفضل مستوى في المحافظة على قيم هذا المؤشر وخلال زراعة محصول الذرة الصفراء بالمقارنة مع معاملة الري بمياه مالحة (S2)

وبالتالي قد يعكس هذا المعيار دور معاملات الري (S1 و S2) في المحافظة على مستويات انتشار الرطوبة لتربة الجذور والمستوى الذي يحافظ على انتظام توزيع الأسمدة العضوية والمعدنية ضمن نطاق المجموع الجذري وتجهيز المغذيات الأساسية للنبات ويتفق هذا مع ما وجدته رشيد وآخرون (2013), ولهذا نلاحظ تفوق معاملة S1M2K2 على معاملة S2M0K0 خلال مراحل النمو. كما يلاحظ انخفاض قيم نشاط البوتاسيوم (ARK) خلال مراحل نمو النبات بالنسبة للمعاملات التي لم يضاف لها السماد العضوي بالمقارنة مع مستويات السماد العضوي المضاف لكن إضافة المادة العضوية او السماد العضوي وخاصة عند مستوى (M2) الذي يمتاز بارتفاع قيم نشاط ايون البوتاسيوم خلال مراحل نمو النبات وقد يعزى ذلك إلى حالة التداخل بين الغرويات العضوية والمعدنية في تقليل تأثير فاعلية المغنسيوم والكالسيوم في وسط التوازن عن طريق عمليتي الامتزاز والترسيب لكلا الايونين , ومن ثم زيادة نشاط ايون البوتاسيوم في وسط التوازن , فضلا عن تعرض المادة العضوية إلى التحلل مع الزمن , الامر الذي يسهم وبشدة في زيادة كمية البوتاسيوم النشط في وسط التوازن وهذا ماكده التميمي (2017) .

لوحظ زيادة نشاط ايون البوتاسيوم بزيادة مستويات إضافة الاسمدة البوتاسية وخصوصا في المراحل المبكرة ويعزى سبب ذلك إلى تعرض جزء من ايون البوتاسيوم إلى الامتزاز ومن ثم إعادة تخزينه في وسط التوازن إما في المراحل المتقدمة فقد أظهرت النتائج ان هناك حالة تداخل بين الغرويات العضوية المعدنية في تقليل المغنسيوم والكالسيوم في وسط التوازن و زيادة نشاط ايونات البوتاسيوم في وسط التوازن لامتزاز وترسيب ايونات الكالسيوم والمغنسيوم بدرجة أساسية ويعزى السبب هنا لخصائص العينات المعتمده في البحث من حيث نسجة التربة والايصيالية الكهربائية للتربة وطبيعة الايونات الموجبة والسالبة الموجودة في محلول التربة وايضا السعة التبادلية الكاتيونية للتربة وهذا بحسب ماتوصل اليه العزاوي (2018) .

4 - 5 -4 الطاقة الحرة للتبادل ΔG- (سعرة مول $^{-1}$)

يمكن ايضاح التداخل بين فعالية الايونات الاخرى مع فعالية ايون البوتاسيوم في محلول التربة من خلال ما يوضحه معيار الطاقة الحرة (ΔG-) والمحسوبة من المعادلة المقترحة من قبل Woodruff (1955)معبرا عن ذلك بوحدة سعرة مول $^{-1}$ والذي قسم الترب إلى :-

ترب تعاني من نقص في تجهيز البوتاسيوم (-3000 to - 4000) سعرة مول $^{-1}$

ترب متوسطة التجهيزللبوتاسيوم (-2000 to -3000) سعرة مول $^{-1}$

ترب عالية التجهيز للبوتاسيوم (اقل من 2000 -) سعرة مول $^{-1}$

وحسب هذا التصنيف المقترح يتم تصنيف تربة الدراسة حيث كانت ضمن تصنيف ترب المتوسطة التجهيز للبوتاسيوم بعد مرور40 يوم من الزراعة حيث تراوحت بين (2501.14- **to** 2799.52-) سعرة مول $^{-1}$ وكذلك بعد مرور80 يوم من الزراعة تعتبرضمن ترب المتوسطة التجهيز للبوتاسيوم حيث كانت قيمتها بين (2622.56- **to** 2869.97 -) سعرة مول $^{-1}$ إما بعد مرور 120 يوم من الزراعة فأنها تقع ضمن تصنيف الترب التي تعاني من نقص في تجهيزايون البوتاسيوم والتي تراوحت بين (2920.32 - **to** 3399.24 -) سعرة مول $^{-1}$, لقد استخدمت قيمة ΔF - من خلال معادلة Woodruff وطبقت بنجاح في تقييم حالة ايون البوتاسيوم وجاهزيته , واعتبر هذا المعيار الثرموديناميكي معبرا عن حالة ايون البوتاسيوم في معقد التبادل , وهذا يعني ان الترب التي اضيف اليها البوتاسيوم معدني كانت تعاني من نقص تجهيز البوتاسيوم في المراحل المبكرة بعد الزراعة بسبب تعرض البوتاسيوم المضاف إلى عملية الامتزاز والتثبيت إما في المراحل المتاخرة أي بعد مرور (120 يوما) من الزراعة فكان للبوتاسيوم المضاف له دور في تحسين تجهيز البوتاسيوم في التربة ويعزى ذلك إلى دور جزء البوتاسيوم المعدني المضاف او المتحرر من تجربة معادن التربة وبسبب التجوية هو إضافة مياه الري مع الزمن وكذلك يعزى إلى دور المادة العضوية في زيادة قيم الطاقة الحرة للبوتاسيوم وهذا قد يعود إلى محتوى المادة العضوية من البوتاسيوم وتحرره مع الزمن بسبب عملية التحلل .

ازدادت القيم السالبة للطاقة الحرة مع موسم النمو نتيجة الاستنزاف العالي من قبل النبات في مرحلة نضج المحصول ، كما ان التغاير النسبي في قيم الطاقة الحرة يرتبط بصورة مباشرة بتغير النسبة بين فعالية الايونات الثلاثة (الكالسيوم والمغنسيوم و البوتاسيوم) التي تتغير بتغير

محلول التربة وحالات الاتزان ونسبة المادة العضوية وهذا ماكده الزبيدي و الربيعي (2002).

إما بالنسبة لمعاملات نوعية مياه الري فقد حصلت فروقات واضحة في قيم الطاقة الحرة خلال مراحل نمو النبات ولمختلف هذه المعاملات حيث أعطت معاملة الـ (S1) افضل قيم للطاقة الحرة مقارنة بمعاملة الـ (S2) حيث كانت هناك فروقات معنوية في المعاملات المستخدمة ,كما يتضح أن هناك ارتفاعا تدريجيا في القيم السالبة للطاقة الحرة مع زيادة مستويات البوتاسيوم (K2 , K1) بالمقارنة مع معاملة المقارنة , ويمكن ان يشير إلى انخفاض القوة التجهيزية للبوتاسيوم للمعاملة (K0) مع موسم النمو وبشكل قليل لايوازي القوة الاستنزافية للمحصول ويتفق هذا مع نتائج السعدي (2007) و السماك (2009) .

لوحظ أنه مع زيادة مستويات الإضافة للمادة العضوية (M1,M2) أدى إلى ارتفاع القيم السالبة للطاقة الحرة ،ويزداد مع زيادة مستوى إضافة السماد العضوي ، وذلك لدور المادة العضوية في زيادة مواقع الامتزاز وهذا يتفق مع الزبيدي (2010) و الجبوري وآخرون (2011) إذ حصلو على زيادة معنوية لقيم السعة التبادلية للايونات الموجبة نتيجة زيادة مواقع الامتزاز على سطوح المادة العضوية من نوع الذي يعرف بالمواقع السطحية (Planer Position) التي تمتاز بقوة ارتباط ضعيفة ولاتحتاج إلى طاقة تحرر عالية , فضلا عن دور المادة العضوية في زيادة تحرر ايونات الهيدروجين التي تسهم في زيادة تحرر البوتاسيوم وإنتاج الاحماض الدبالية من تحلل المادة العضوية التي لها دور في عملية تحطم المعادن الحاوية على البوتاسيوم فضلا عن تاثير نواتج تحللها المتمثلة بالمجاميع الكربوكسيلية والفينولية التي تحررايون الهيدروجين إلى وسط التوازن عند تحللها وهذا ماكده عيسى (2022) .

ان الاختلاف في قيمة ΔF- في التربة المدروسة يرتبط بشكل مباشر بين فعالية البوتاسيوم إلى فعالية (الكالسيوم + المغنيسيوم) او ما يطلق عليها بـ ARK ، وهذه تتغير بدورها بتغير ظروف محلول التربة ومحتواها من الكاتيونات المذكورة وقيمة CEC وكذلك EC وpH ونسبة المادة العضوية فقد زادت أضافتها إلى التربة من قيمة الطاقة الحرة للبوتاسيوم , وكان تصنيف تربة الدراسة خلال مراحل نمو المحصول بين متوسطة إلى نقص في التجهيز للبوتاسيوم خلال موسم النمو والذي يعود لدور المادة العضوية في التربة قد زاد من ايون البوتاسيوم وزيادة تحرره مع الزمن ودور هذه المادة من خلال محتواها من الاحماض العضوية التي تحطم جزء من هذه المعادن بمرور الزمن وزيادة لتجهيز ايون البوتاسيوم بزيادة

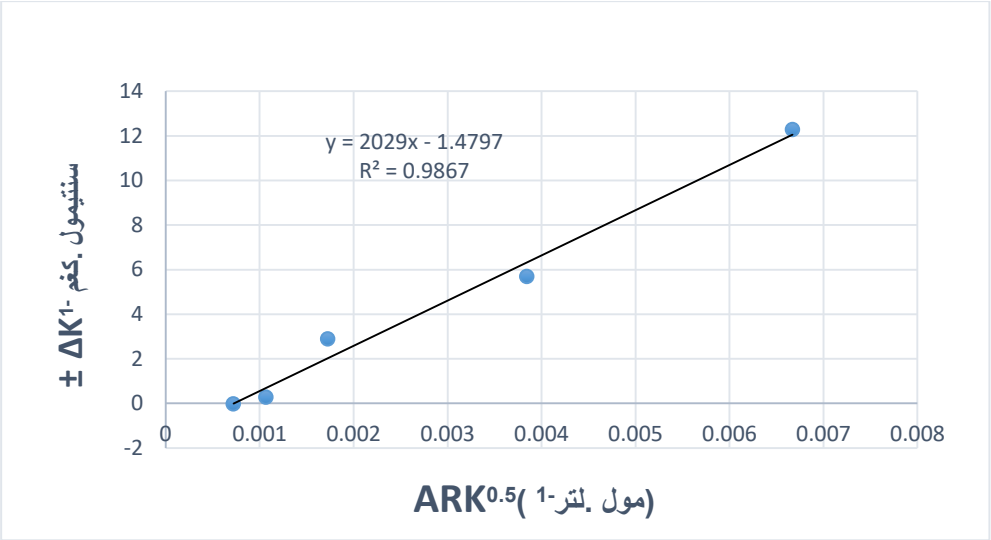
تحطم المعادن الحاوية عليه وهذا يتفق مع نتائج ماتوصل اليه محمود (2018) و العزاوي (2018) .

يلاحظ من الجدول 6 بصورة عامة هناك ارتفاعا في القيم السالبة للطاقة الحرة خلال موسم النمو مع تقدم مراحل النمو للمعاملات المسمدة والغير مسمدة ،وهذا قد يعود إلى إنخفاض القوة التجهيزية للبوتاسيوم مع تقدم مراحل النمو بشكل قليل لا يوازي القوة الاستنزافية للمحصول وهذا يدل

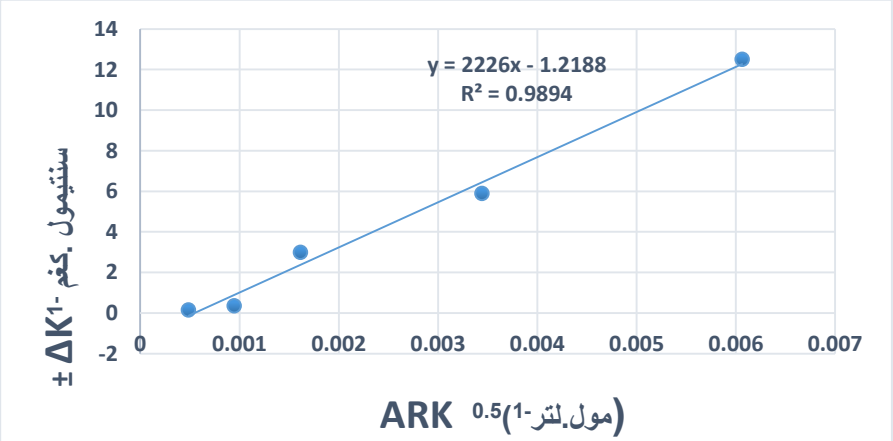
على ضعف قدرة التربة على تعويض النقص الحاصل في ايون البوتاسيوم الجاهز للنبات وهذا يتفق مع ماتوصل اليه مجيد(2020) حيث ازدادت القيمة السالبة للطاقة الحرة مع تقدم موسم النمو .

4-5-5 منحنيات الكم /الشدة (Q/ I Curves) لتجربة الاتزان الثرموديناميكي

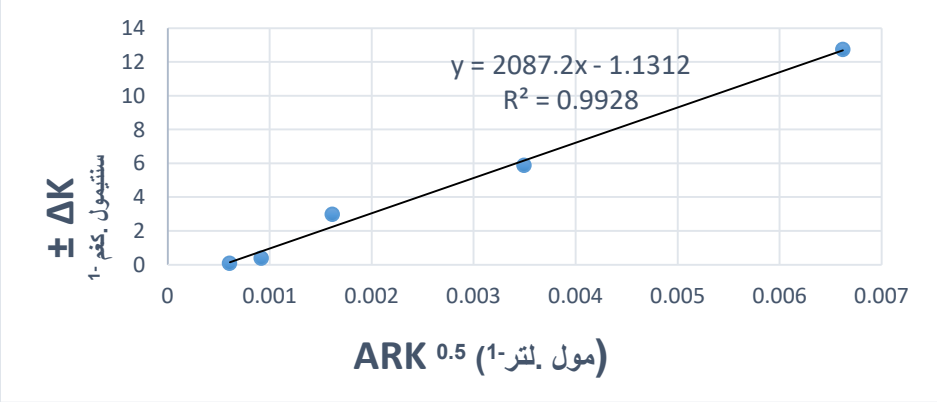
رسمت العلاقة بين عامل الشدة للبوتاسيوم (ARK) على المحور السيني والذي يمثل قيمة I و بين ΔK على المحور الصادي و الذي يمثل قيمة Q أي التغير في كمية ايون البوتاسيوم المتبادل في محلول الاتزان لعينات التربة بعد مرور40 يوم من الزراعة لتجربة الاتزان الثرموديناميكي ,حيث أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من تجربة الاتزان والتي اعتمدت على طريقة Beckett (1964) والتي اوضحت من خلال الاشكال الخاصة التي رسمت بتجهيز التربة لايون البوتاسيوم خلال مراحل نمو النبات انها ترب متوسطة التجهيز للبوتاسيوم حيث يعتبر مؤشر مهم جدا في معرفة قابلية الترب على تجهيز ايون البوتاسيوم للمحاصيل الزراعية ومعرفة مدى حاجتها للتسميد عند وضع التوصيات السمادية وهذا يتفق مع ماتوصل اليه محمود (2018) , إما المنحنيات فهي توضح كالاتي .



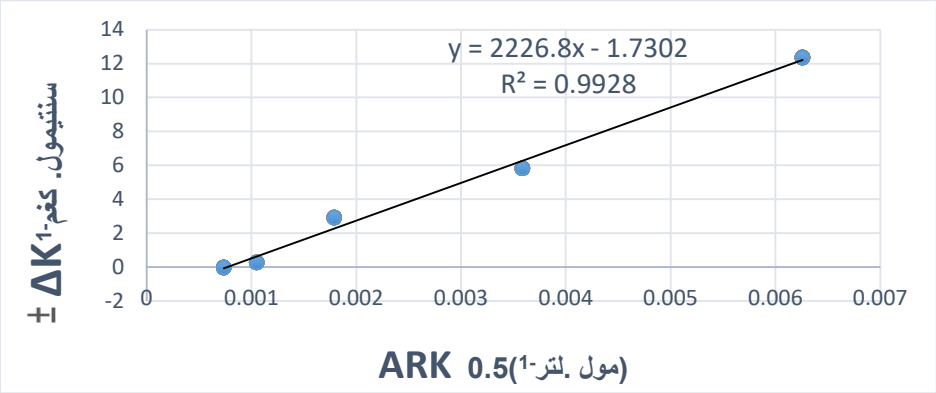
شكل (33) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M0K0



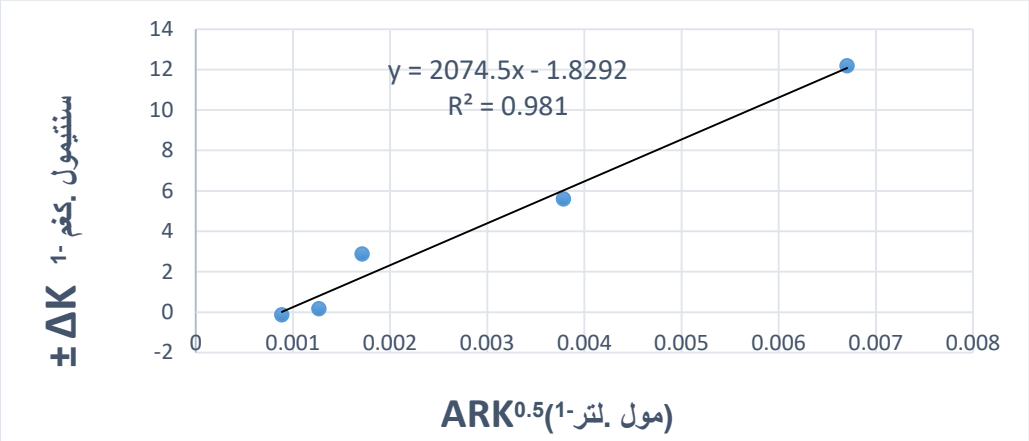
شكل (34) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M1K0



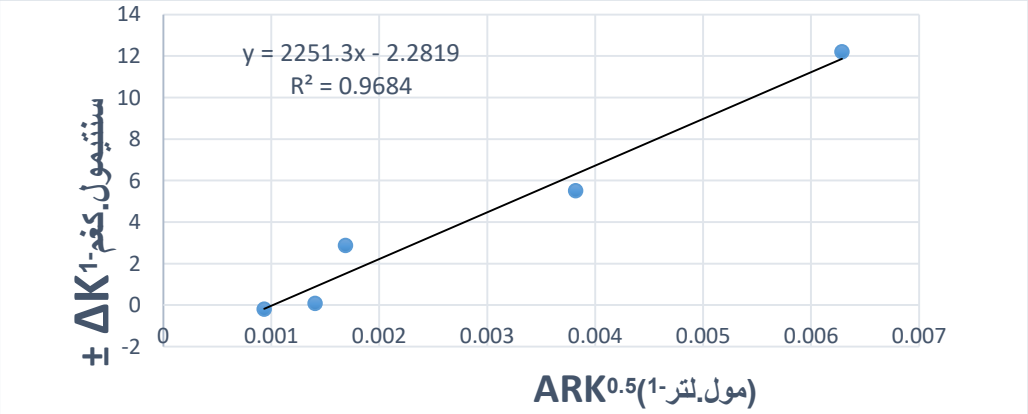
شكل (35) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M2K0



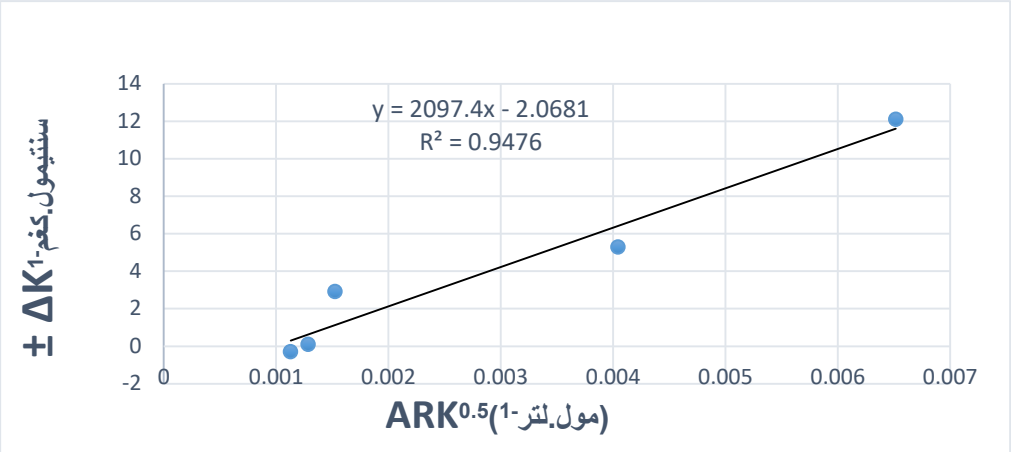
شكل (36) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M0K1



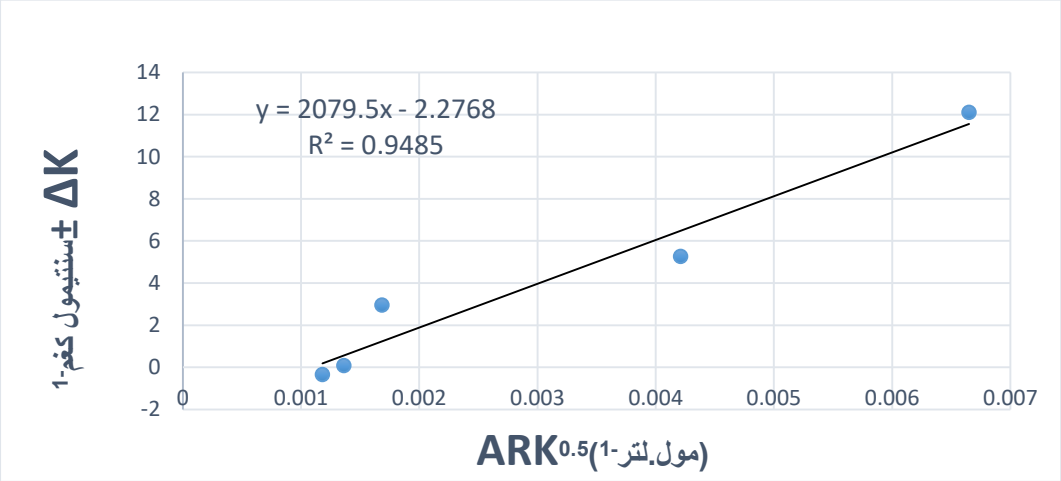
شكل (37) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M1K1



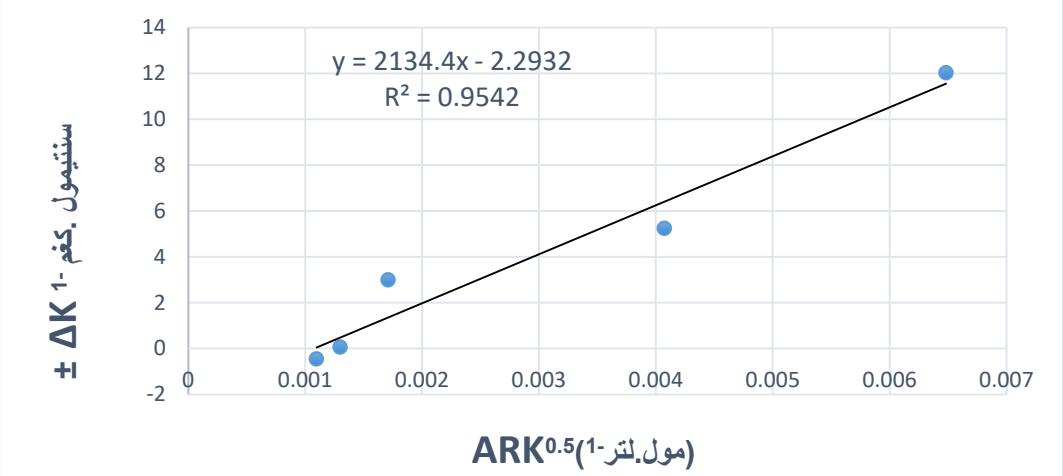
شكل (38) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M2K1



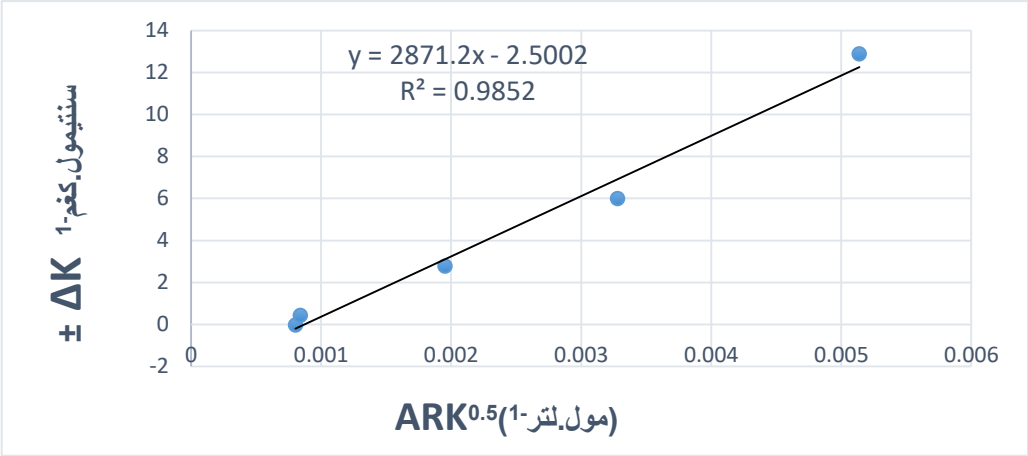
شكل (39) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M0K2



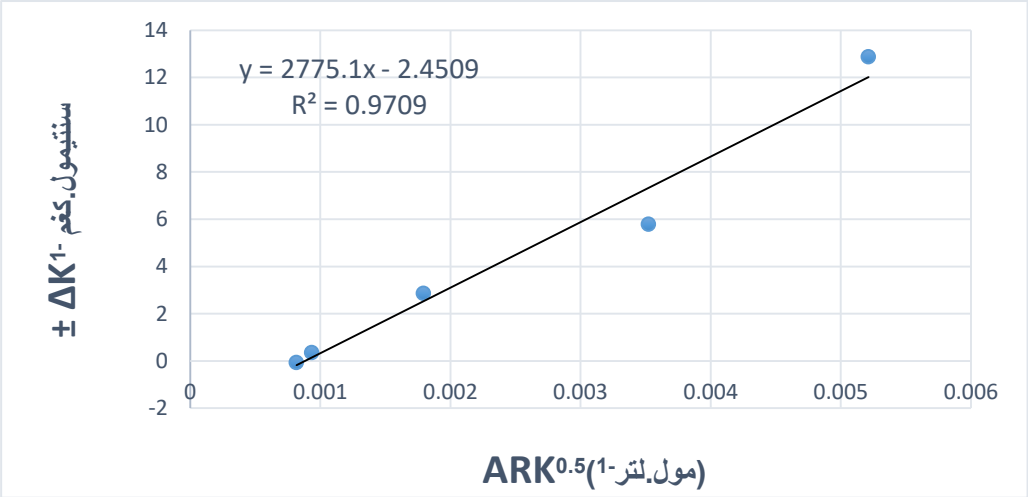
شكل (40) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M1K2



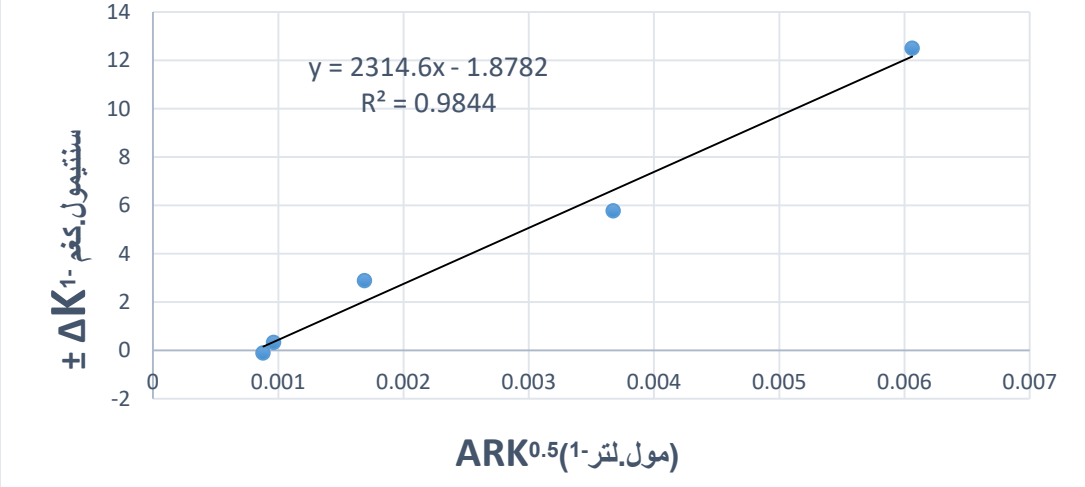
شكل (41) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S1M2K2



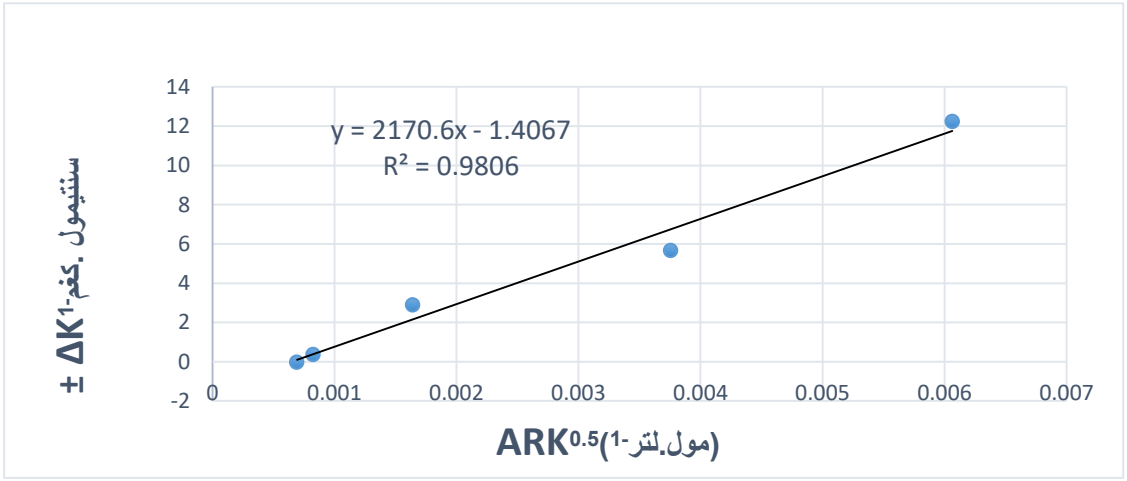
شكل (42) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينةS2M0K0



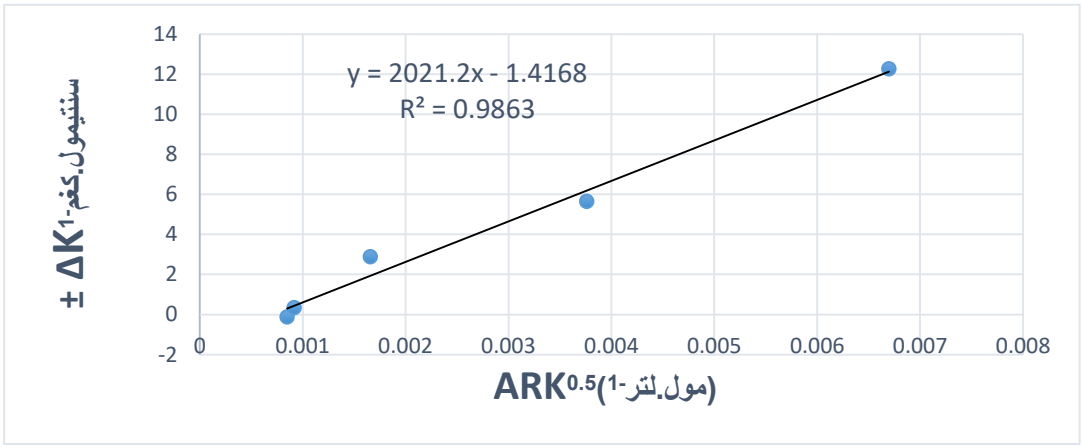
شكل (43) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M1K0



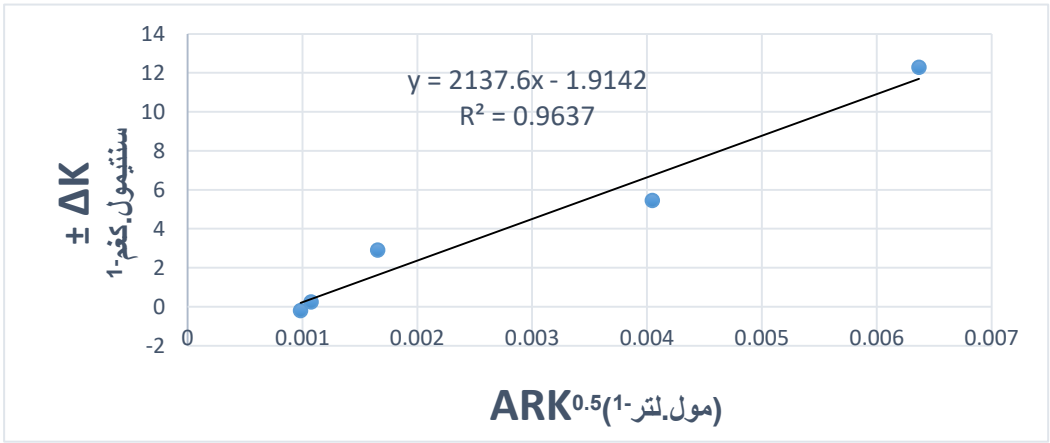
شكل (44) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M2K0



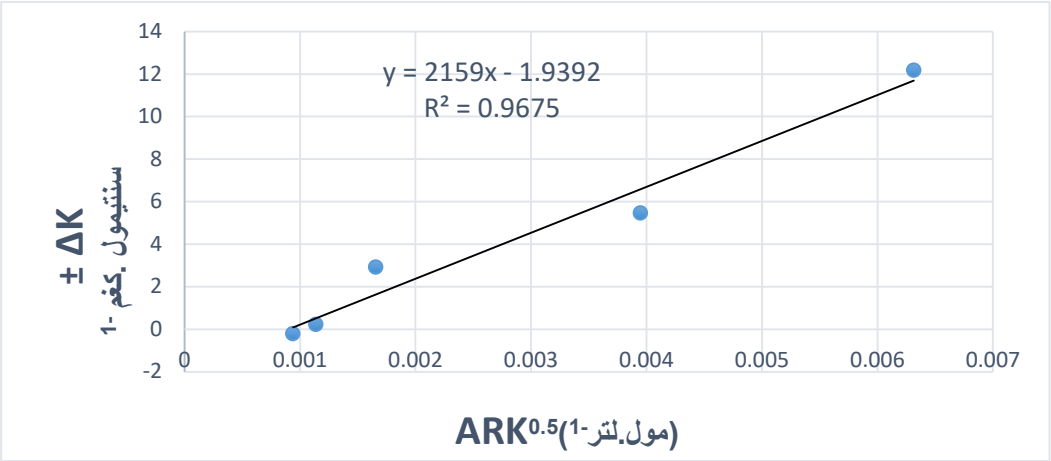
شكل (45) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M0K1



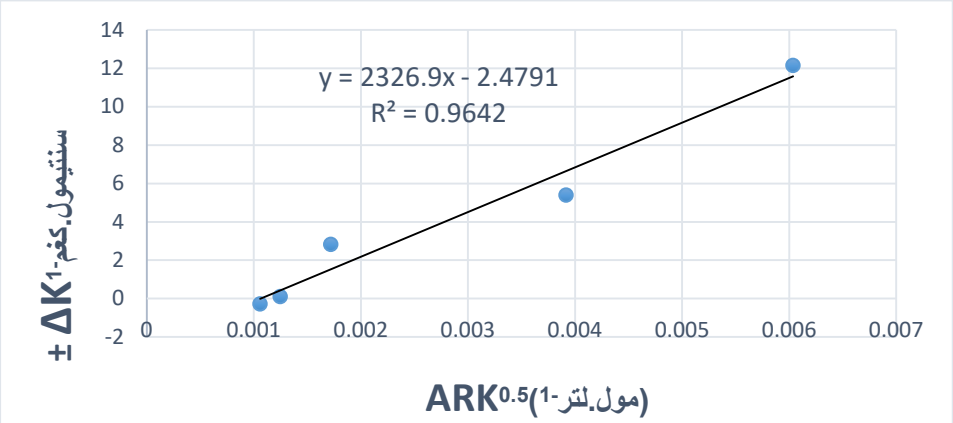
شكل (46) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M1K1



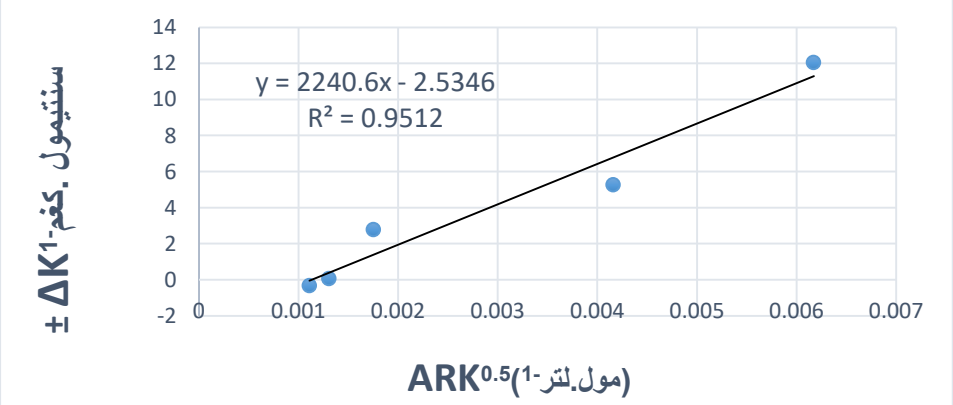
شكل (47) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M2K1



شكل (48) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M0K2



شكل (49) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M1K2



شكل (50) علاقة (Q/I) لمدة 40 يوم بعد الزراعة لعينة S2M2K2

6-5-4 جهد القدرة التنظيمية للبوتاسيوم buffering Capacity of Poteatial Potassium

تم حساب جهد القدرة التنظيمية للبوتاسيوم من منحنيات Q/I حيث حسبت بالعلاقة الاتية :-

$$P.B.C_k=\frac{\Delta K}{ARK}$$

وبوحدة [سنتيمول .كغم $^{-1}$ \ (مول لتر$^{-1}$) $^{0.5}$] حيث تراوحت قيم جهد القدرة التنظيمية للبوتاسيوم التي تم الحصول عليها من جدول (7) بين (2.021 _2.871) [سنتيمول .كغم $^{-1}$ \(مول لتر$^{-1}$) $^{0.5}$] حيث ان القيمة الحالية لجهد القدرة التنظيمية تعطي انطباعا على قابلية التربة للمحافظة على تجهيز ايون البوتاسيوم في محلولها المغذي وبذلك ينعكس إيجابيا على تجهيز ايون البوتاسيوم للمحاصيل وباتزان ثرموديناميكي يعتمد على عملية الاتزان بين الفقد والتجهيز او التعويض ,أن منحنيات الكم / الشدة وقيمة $P.B.C_k$ المستخرجة من المنحنيات تؤكد أهمية هذا المعيار بالإضافة للمعايير الأخرى لغرض تقييم حالة ايون البوتاسيوم بشكل دقيق وليس فقط الاعتماد على ايون البوتاسيوم الذائب او المتبادل في تفسير النتائج وهذا حسب ماتوصل اليه محمود (2018).

7-5-4 البوتاسيوم المتحرك (المتحرر) سنتيمول .كغم $^{-1}$

تشيرالنتائج في جدول 7 قيم البوتاسيوم المتحرك وقد حسبت هذه القيم من منحنيات العلاقة Q/I لتربة الدراسة وذلك من خلال تقاطع أمتداد الخطوط المستقيمة مع المحور الصادي.

ويعد البوتاسيوم المتحرك هو البوتاسيوم القابل للتحرر في اثناء الاستغلال الزراعي للتربة أي الجاهزية على المدى القريب ,وأيضا يعد معيار مهم جدا لقابلية التربة على تجهيز ايون البوتاسيوم وامداد النبات بهذا العنصر , حيث تراوحت قيم ايون البوتاسيوم المتحرك بين (2.5346 _ 1.1312) سنتيمول . كغم $^{-1}$ حيث تتفق هذه النتائج مع ماتوصل اليه كل من AL – zubaidi(2001)وKhider (2004) و القيسي (2013) .

وبشكل عام يكون البوتاسيوم المتحرك في المواقع ذات القوام الناعم اعلى من المواقع ذات القوام الخشن والسبب يعود إلى الترب الناعمة النسجة لها القابلية على مسك ايون البوتاسيوم والاحتفاظ به أعلى من الترب الخشنة النسجة .

وان قيم البوتاسيوم المتحرك تعد معيارا لمدى قابلية التربة على ربط البوتاسيوم في التربة والاحتفاظ به والتجهيز على المدى البعيد عند الحاجة وفقا للاتزان الكيميائي بين صوره

جدول (7) القيم الثرموديناميكية لتجربة الاتزان الثرموديناميكي

ت	رمزالعينة	معامل التحديد R^2	معادلة الخط المستقيم	$P.B.C_k$ $\frac{\text{سنتيمول كغم}^{-1}}{(\text{مول لتر}^{-1})^{0.5}}$	K_L سنتيمول.كغم$^{-1}$
1	**S1M0K0**	0.9894	Y=2226X-1.2188	2.226	1.2188
2	**S1M1K0**	0.9928	Y=2087.2X-1.1312	2.087	1.1312
3	**S1M2K0**	0.9928	Y=2226.8X-1.7302	2.226	1.7302
4	**S1M0K1**	0.9867	Y=2029X-1.4797	2.029	1.4797
5	**S1M1K1**	0.9810	Y=2074.5X-1.8292	2.074	1.8292
6	**S1M2K1**	0.9684	Y=2251.3X-2.2819	2.251	2.2819
7	**S1M0K2**	0.9476	Y=2097.4X-2.0681	2.097	2.0681
8	**S1M1K2**	0.9485	Y=2079.5X-2.2768	2.079	2.2768
9	**S1M2K2**	0.9542	Y=2134.4X-2.2932	2.134	2.2932
10	**S2M0K0**	0.9852	Y=2871.2X-2.5002	2.871	2.5002
11	**S2M1K0**	0.9709	Y=2775.1X-2.4509	2.775	2.4509
12	**S2M2K0**	0.9844	Y=2314.6X-1.8782	2.314	1.8782
13	**S2M0K1**	0.9806	Y=2170.6X-1.4067	2.170	1.4067
14	**S2M1K1**	0.9863	Y=2021.2X-1.4168	2.021	1.4168
15	**S2M2K1**	0.9637	Y=2137.6X-1.9142	2.137	1.9142
16	**S2M0K2**	0.9675	Y=2159X-1.9392	2.159	1.9392
17	**S2M1K2**	0.9642	Y=2326.9X-2.4791	2.326	2.4791
18	**S2M2K2**	0.9512	Y=2240.6X-2.5346	2.240	2.5346

في التربة , أي كلما قلت قيمة البوتاسيوم المتحرك زاد قوة ارتباطه بدقائق التربة واصبح من الصعب تحرره وأذا زادت قيمة البوتاسيوم المتحرك هذا يعني أن قوة ارتباطه

ضعيفة ويمكن ان يتحرر بسهولة وهو معيارمهم في معرفة مدى قابلية تجهيز التربة بايون البوتاسيوم اذا كانت قيمة البوتاسيوم فيه متقاربه وهذا يتفق مع ماتوصل اليه محمود (2018) و مجيد (2020).

5 -الاستنتاجات والتوصيات Conclusions & Recommendations

5-1 الاستنتاجات :

1- حققت إضافة الاسمدة البوتاسية دوراً مهما في زيادة قيم ايون البوتاسيوم الجاهز (الذائب والمتبادل) كما بينت زيادة نسب امتصاص العناصر المغذية للنبات (N و P وK) فضلاً عن زيادة ايون البوتاسيوم المتحرر ، كما اسهمت في زيادة مؤشرات النمو والانتاج لمحصول الذرة الصفراء.

2- إن أضافة الأسمدة البوتاسية وخاصة عند المستوى K2 (100 كغم هـ $^{-1}$) والسماد العضوي بمستوى M2 (20 طن هـ $^{-1}$) والتداخل بينهما حقق تفوقا لقيم البوتاسيوم الجاهز وخصوصا في المراحل المبكرة من نمو المحصول بالمقارنة مع المستويات الاخرى.

3- زيادة النسبة المئوية لكل من النتروجين والفسفور و البوتاسيوم الممتص في الجزء الخضري للنبات كانت عند المعاملات التي تمثل أفضل مستويات الإضافة للتسميد المعدني للبوتاسيوم عند المستوى K2 وللتسميد العضوي عندالمستوى M2 وعند معاملة الري S1 .

4- إن الري بمياه مالحة يؤدي إلى زيادة ملوحة التربة وزيادة تركيز الأيونات الموجبة الذائبة وانخفاض تركيز العناصر الغذائية الكبرى في الأوراق للنبات عند الحصاد وكذلك يسبب إنخفاض في قيم ارتفاع النبات والوزن الجاف للمجموع الخضري ووزن 500 حبة وحاصل الحبوب و طول العرنوص والحاصل البايولوجي ودليل الحصاد.

5- أوضحت المعايير الثرموديناميكية سلوكية ايون البوتاسيوم في التربة وتأثيره على امتصاصه من قبل النبات خلال مراحل النمو في ضوء التسميد البوتاسي والمعدني التي أشارت إلى ارتفاع قيم معيار الفعالية الايونية بارتفاع مستويات إضافة الاسمدة مما يشير للاستنزاف البايولوجي نتيجة زراعة المحصول . كما حصل انخفاض للقيم السالبة للطاقة الحرة للمعاملات التسميد الملائمة K2M2 قياسا مع معاملة المقارنة ، بينما كان هناك ارتفاعا لهذه القيم السالبة عند فترة نمو المحصول بعد مرور 40 ،80 يوم من الزراعة بالمقارنة مع فترة نموه بعد 120 يوم من الزراعة . كذلك حصل انخفاض لقيم معيار الفعالية الايونية للبوتاسيوم مع خفض مستويات اسمدة ايون البوتاسيوم والاسمدة العضوية المضافة.

6- الدقة و الكفاءة العالية للمعايير الثرموديناميكية في تقييم ايون البوتاسيوم مقارنة بالمعيار الكيميائي التقليدي لكون المعايير الثرموديناميكية تعطي مدى جاهزية الايون انيا ومدى قابلية

التربة على التجهيز على المدى البعيد من خلال المعايير المعتمدة مابين الطور السائل والطور الصلب في التربة.

2-5 التوصيات

1- عدم استعمال المياه المالحة للري دون التداخل مع استخدام السماد العضوي وخاصة سماد مخلفات الأغنام .

2- شمول إضافة الاسمدة البوتاسية ضمن التوصيات السمادية للذرة الصفراء مع دراسة مستوى جاهزية صور ايون البوتاسيوم الاخرى من خلال الاضافات المستخدمة.

3- إضافة السماد البوتاسي لأكثر من دفعه وذلك لأهمية التسميد البوتاسي وحاجة النبات اليه خلال مراحل النمو وتقليل الاجهاد المائي .

4- التوسع بإجراء الدراسات المتضمنة للمعايير الثرموديناميكية والحركية للعناصر المغذية الأساسية واختيار أفضل المعادلات عند اجراء التجارب الحقلية.

6-المصادر References

6_1 المصادر العربية

- **أذبيب، أحسان جالي وفلاح حسن راضي واحمد حميد سعودي ومحمد جاسم محمد.(2013).** تأثير الاجهاد الملحي بأستخدام تراكيز مختلفة من ملح كلوريد ايون الصوديوم في صفات النمو الخضري وحاصل الباقلاء *Vicia faba* . مجلة علوم ذي قار. 3(4):49 – 56 .
- **الأمير، فؤاد قاسم .(2010).** الموازنة المائية في العراق و أزمة المياه في العالم .دار الملاك للفنون والآداب والنشر- بغداد .
- **الانصاري ، عبد المهدي صالح، ومصطفى علي فرج ، وزينب كاظم حسن . (2000).** تأثير طريقة إضافة ايون البوتاسيوم على التداخل بين ايون البوتاسيوم والملوحة وأثر ذلك على نمو نبات الشعير (*Hordeum vulgare L.*). مجلة الزراعة العراقية . 5 (2).
- **بريسم ، ترف هاشم بريسم ، وانتصار عبد الخالق تركي .(2019) .** تاثير إضافة المادة العضوية وملوحة مياه الري في بعض صفات التربة ونمو نبات الحنطة . مجلة جامعة كربلاء العلمية – المجلد 17 - العدد 2 .
- **البدري، أحمد حسين ناصر و محمد حسين ناصر .(2012) .** الحلول والخيارات الفنية والاقتصادية اللازمة المائية في العراق. مجلة الكوت للعلوم الاقتصادية والادارية .
- **البدري، علي حسين عباس .(2022).** تصنيف بعض ترب محافظة واسط وتقييم ملائمتها للأغراض الزراعية بالاستعانة بالتقانات الجيومكانية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة.
- **البلداوي، سلمان برهان عبد الحسين. (2006) .** تاثير تغطية البذور و المادة العضوية في نمو و حاصل الذرة الصفراء فى تربة ضعيفة التركيب. مجلة الزراعة العراقية-15 . 9:(2)11.
- **البلداوي، محمد هذال كاظم وموفق عبد الرزاق سهيل النقيب و جلال حميد حمزة الجبوري وخليل أبراهيم محمد علي و خالدة أبراهيم هاشم الطائي وهادي محمد كريم العبودي .(2014).** ضوابط ومعايير زراعة ودراسة المحاصيل الحقلية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. قسم المحاصيل الحقلية. كلية الزراعة_ جامعة بغداد .

- **البنداوي ، باسم رحيم بدر .(2017).** تأثير التسميد العضوي ومصادر السماد الفوسفاتي وكمية مياه الريف بتركيز الذرة الصفراء من النتروجين والبوتاسيوم ، مجلة ديإلى للعلوم الزراعية .9(1):291- 203 .
- **البصام ، خلدون صبحي وسوسن حميد ونوال احمد رشيد .(2009).** تحسين قابلية التبادل الايوني للبوتاسيوم والترب الرملية والجبسية ، مجلة الجيولوجيا والتعدّين العراقية .5(2): 24 -37 .
- **البياتي، حسين علي هندي .(2013).** وراثة صفات الهجن الفردية في أنظمة تزاوج مختلفة لسلالات نقية من الذرة الصفراء. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة. جامعة الموصل.
- **التميمي، هيفاء جاسم .(1988).** التقويم الخصوبي لمحتوى ترب جنوب العراق من البوتاسيوم واستجابة الذرة الصفراء للتسميد العضوي والبوتاسي .رسالة ماجستير- كلية الزراعة - جامعة البصرة .
- **التميمي ، رعد عبد الكريم .(2017).** حالة صور البوتاسيوم في بعض الترب الصحراوية الرسوبية الحديثة الجافة واثر الزراعة فيهما ، مجلة العلوم الزراعية العراقية . 48(2): 598 – 607 .
- **الجبوري ، جسام سالم جاسم وباسم شاكر عبيد العبيدي وعلاء حسن فهمي العامري (2011 .).** تأثير محتوى التربة من الجبس ونوع المادة العضوية في حالة وسلوكية ايون البوتاسيوم . رسالة ماجستير. كلية الزراعة- جامعة تكريت.
- **الجميلي ، محمد عبيد سلوم .(2016).** تأثير طريقة إضافة حامض الهيومك ومستوى الفسفور في بعض صفات نمو وحاصل الشعير .(*Hordeum vulgare* L.) مجلة ديإلى للعلوم الزراعية.
- **جونز، يولسس .(2002).** الاسمدة وخصوبة التربة . مترجم. دار الفكر للطباعة والنشر. ص:305 -311.
- **الجنابي ، ايمان عبد المهدي والاء صالح عاتي .(2004) .** اثر ملوحة مياه الري في تدهور صفات تربتين من السهل الرسوبي . مجلة العلوم الزراعية العراقية .35(6) : 35 – 40 .
- **الحديثي، عصام خضير ،احمد مدلول وياس خضير .(2010).** تقانات الري الحديثة .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .كلية الزراعة .جامعة الأنبار .

- **حسن ، باسمة كزاز .(2012).** الاثار الاقتصادية لمشكلة ملوحة مياه شط العرب على القطاع الزراعي للعام 2009 . مجلة العلوم الاقتصادية , 8(31) :63 – 125 .
- **حسين، عبد الرحمن سمو .(2007) .** دراسة سلوكية وحركيات امتزاز وتحرر ايون البوتاسيوم في بعض ترب محافظة نينوى. اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل .
- **حسين، فاطمة ابراهيم .(2022).** تأثير حامضي الفولفك و الهيومك في حركيات الفسفور ونمو و حاصل الذرة الصفراء في تربة كلسية. رسالة ماجستير. كلية علوم الهندسة الزراعية. جامعة بغداد.
- **حمادي، خالد بدر وعادل عبدالله الخفاجي .(2000).** استجابة محصول الحنطة للتسميد الفوسفاتي والبوتاسي في ترب ملحية. مجلة الزراعة العراقية، 5(2): 89-97.
- **حوشان ، محسن ناصح .(2016).** تاثير إضافة المادة العضوية (مخلفات الابقار) والتسميد النتروجيني والبوتاسي في جاهزية البوتاسيوم في بعض الترب الكلسية ، مجلة جامعة ذي قار للبحوث الزراعية ،5(1): 431 – 444.
- **الخزعلي، مروة موفق جبار .(2020).** تأثير مستويات مختلفة من ملوحة مياه الري والفيركمبوست والمايكورايزا في نمو وحاصل الدخن والماش. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة واسط.
- **الخفاجي، محمد جواد محمد .(2020).** تأثير الرش بالسيلينيوم وحامض الهيومك وملوحة مياه الري في نمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة القاسم الخضراء.
- **الخفاجي، ميسون جابر.(2001).** تأثير مياه الري المالحة على تحرر ايون البوتاسيوم في بعض الترب العراقية. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **دقش، يس محمد أبراهيم والصادق، محمد عثمان جعفر.(2013) .** ادارة الترب المتأثرة بالملوحة والصودية في الترب الزراعية .كلية الدراسات الزراعية . شمبات . جامعة السودان للعلوم التكنولوجيا .
- **الدلفي، حسين فنجان خضير.(2013).** تأثير ملوحة ماء الري في خواص التربة ونمو وحاصل الذرة(*Zea Mays* L.) المعاملة بأنواع ومستويات من المخلفات العضوية. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة.

- **الذهيباوي، مروة نجم عبد علي .(2021) .** دراسة سلوكية ايون البوتاسيوم المضاف باعتماد طرائق ومستويات إضافة و دفعات مختلفة في نمو و حاصل الذرة الصفراء تحت نظام الري بالتنقيط . رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة واسط .
- **الراوي،خاشع محمود وعبد العزيز ،محمد خلف الله.(1980).**تصميم وتحليل التجارب الزراعية. كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل.
- **الربيعي، شذى ماجد. (1995).** تقويم جاهزية ايون البوتاسيوم في الترب العراقية باستخدام معايير ثرموديناميكية. رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **الربيعي، محمد عبد .(1998) .** تقييم القوة التجهيزية للبوتاسيوم في ترب زراعة الرز .اطروحة دكتوراه -كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **رشيد ، ابتسام مجيد وايمان عبد المهدي الجنابي وعلي محمد سعد الله.(2013) .**تأثير نوعية مياه الري والمحتوى الرطوبي في القوة التجهيزية للبوتاسيوم تحت ظروف الزراعة المحمية .مجلة ديإلى للعلوم الزراعية . 5 (2): 246- 256 .
- **الزبيدي ، احمد حيدر وشذى ماجد الربيعي .(2002)** . ثرموديناميكية ايون البوتاسيوم في الترب العراقية . جرش للبحوث والدراسات . المجلد 7 العدد الاول : 23-32.
- **الزبيدي، احمد حيدر وبهاء الدين مكي فيروز الربيعي. (2002).** حالة ايون البوتاسيوم في ترب الرز . مجلة العلوم الزراعي العراقية ، مجلد 33(3) :1-8 .
- **الزبيدي، بشار مزهر جادر .(2010).** تأثير التسميد العضوي والبوتاسي في جاهزية ايون البوتاسيوم وفي نمو و حاصل الذرة الصفراء .رسالة ماجستير.قسم علوم التربة والموارد المائية. كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **الزبيدي، أحمد حيدر.(1989).** ملوحة التربة. الأسس النظرية والتطبيقية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد. بيت الحكمة.
- **زغير ، أنسام علي وعمارة سعد شندول.(2020).** أثر التغيرات المناخية والمائية على وضع الزراعة في العراق. مجلة العلوم الزراعية والبيئة والبيطرية . 4(2) :29 – 38 .
- **الزيدي، جبريل عباس محمد .(2017).** تأثير السماد البوتاسي والعضوي في صور ايون البوتاسيوم لتربة الرايزوسفير وخارجها ونمو نبات الذرة الصفراء .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، كلية الزراعة - جامعة القادسية .

- **الزيدي، حاتم سلوم صالح . (2011)** .التأثير المتداخل لنوعية مياه الري والتسميد العضوي والفوسفاتي في نمو وحاصل القرنابيط *Brassica Oleracea* . رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- **سالم، شفيق جلاب سالم و نور الدين شوقي علي.(2017).** دليل التحاليل الكيميائية للتربة والماء والنبات والأسمدة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد_ كلية الزراعة.
- **السامرائي، عروبة عبد الله .(2005).** حالة وسلوكية ايون البوتاسيوم في ترب الزراعة المحمية .اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة -جامعة بغداد .
- **السامرائي، عروبة عبدالله .(1996) .** حالة وسلوكية ايون البوتاسيوم في بعض الترب الجبسية في منطقة الدور. رسالة ماجستير.كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- **الساهوكي، مدحت مجيد .(1990).** الذرة الصفراء إنتاجها وتحسينها. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد .مطابع التعليم العالي.
- **ستانجيف ، ل و ف, فليجف وس. كوربانوف وي ساتيف، وذ. تانيف .(1990).** الكيمياء الزراعية . دار النشر زامديداث، صوفيا، بلغاريا.ترجمة :نديم ميخا وخليل اسحق.
- **السعدي، أيمان صاحب سلمان .(2007) .** تقييم حالة وسلوكية ايون البوتاسيوم المضاف من مصدرين سمادين تحت انظمة ري مختلفة في نمو وحاصل الطماطة والذرة الصفراء . اطروحة دكتواره - كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- **سعود، عبير عبد العزيز ومتعب، محمود ابراهيم والحديثي, ياس خضير .(2009).** تأثير العامل البشري في ادارة التربة وتملحها في الريف الرمادي .مجلة الانبار للعلوم الزراعية .7(1) :57-72 .
- **سلمان، علياء عبدالكريم.(2016).** تأثير التسميد الحيوي وملوحة مياه الري في بعض صفات التربة ونمو نبات الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة والموارد المائية .كلية الزراعة. جامعة بغداد.
- **السلماني، حميد خلف و جعفر عباس .(2003) .** تاثير السماد العضوي والفوسفاتي في جاهزية التتروجين وايون البوتاسيوم في التربة فى ثلاث مراحل من نمو نباتات الطماطة .مجلة العلوم الزراعة العراقية.34(3) :31-36 .

- **سليمان، وردة محسن .(2014)** .تأثير طرائق الري المختلفة في كفاءة استخدام الماء والانتاجية للذرة الصفراء. مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية - سلسلة العلوم البيولوجية.36(5):109- 121.
- **السماك ، قيس حسين . (1988).** التداخل بين ملوحة التربة وايون البوتاسيوم وعلاقة ذلك بنمو النبات. رسالة ماجستير- كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **السماك، قيس حسين .(2009)** .سلوكية بعض الأسمدة البوتاسية في تربة صحراوية مستغلة زراعياً تحت أنظمة ري مختلفة . اطروحة دكتواره - كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **سهم، ليالي غازي .(2023).** دور نوعية مياه الري والسماد البوتاسي والتلقيح بفطر *Aspergillus niger* في نمو وحاصل الحنطة في التربة المحروقة وغير المحروقة. رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة واسط.
- **الشامي، يحيى عاجب عوده . (2018).** استخدام أسلوبين مختلفين لإضافة ماء الري لاختيار فعالية تكنولوجيا SWRT ولمعاملات إدارة تربة مختلفة وإثر ذلك في نمو و حاصل الذرة الصفراء(. *Zea mays L*) أطروحة دكتواره. كيلة الزراعة - جامعة بغداد.
- **الشحماني ، ليث سليم سلمان .(2015)**. غسل تربة ملحية (سبخة) باستخدام نوعيات من المياه وتأثيرها في بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة . رسالة ماجستير . كلية الزراعة .جامعة القاسم الخضراء .
- **الشحماني، علي سليم خريوت . (2023) .** دراسة تأثير المياه المالحة وإضافة بعض الاسمدة العضوية والفطر *Glomus mosseae* في بعض صفات التربة وفي نمو و حاصل الذرة الصفراء .رسالة ماجستير - كلية الزراعة -جامعة واسط .
- **الشعباني ، إيهاب محمد حسين.(2021).** تأثير نمط الحراثة واساليب الري بالتنقيط والنضح بتقنية النانو في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة ونمو و حاصل الذرة الصفراء. اطروحة دكتوراه. قسم علوم التربة والموارد المائية - كلية الزراعة - جامعة الانبار.
- **شكري، حسين محمود (2002) .** تأثير استخدام المياه المالحة بالتناوب والخلط في نمو الحنطة وتراكم الاملاح في التربة. اطروحة دكتوراه_ كلية الزراعة _ جامعة بغداد.

- **الشمري، عواطف حميد دعدوش . (2013) .**استخدام معادلة مركز الاجتذاب Center of gravity لمعادن المايكا والسمكتايت في تقييم حالة ايون البوتاسيوم في بعض ترب السهل الرسوبي. رسالة ماجستير. قسم علوم التربة والموارد المائية- كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **الشيخلي، روعة عبد اللطيف عبد الجبار. (2000) .** علاقة مظاهر الشكل لمعادن المايكا في صور ايون البوتاسيوم لبعض ترب السهل الرسوبي . رسالة ماجستير- كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **الصديق، هيفاء ياسين. (2010) .** تاثير معادن الطين في الخواص الثرموديناميكية وحركيات ايون البوتاسيوم لبعض رتب ترب اقليم كردستان - العراق . اطروحة دكتوراه كلية الزراعة - جامعة صلاح الدين - اربيل .
- **الصعيدي، السيد حامد . (2005) .** تربية النباتات تحت ظروف الاجهادات المختلفة والموارد الشحيحة (Low inputs) والاسس الفسيولوجه لها .كلية الزراعة - جامعة طنطا .ع.ص.331.
- **العاني، احمد سلمان حمد .(2018).** تأثير حامض الهيوميك والسماد الحيوي البكتيري والنتروجيني في جاهزية بعض المغذيات ونمو وحاصل الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- **عبد الرسول، قحطان جمال وكامل سعيد جواد وحسن يوسف الدليمي .(2009) .** تأثير التسميد العضوي والمعدني في نمو وحاصل البطاطا وتركيز مغذيات K,P,N في اوراق النباتات في مراحل مختلفة فى النمو. مجلة العلوم الزراعية العراقية .40(1):56-68.
- **عبد الرسول، قحطان جمال. (2007).** تقييم تأثير التسميد العضوي والمعدني (K,N)في حالة تحرر وامتصاص ايون البوتاسيوم . أطروحة دكتوراه. كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- **عبد، مهدي عبد الكاظم و شذى ماجد نفاوة .(2021) .**تطبيق المعايير الثرموديناميكية في دراسات التربة والمياه .وزارة التعليم العالي والبحث العلمى، جامعة القاسم الخضراء -كلية الزراعة - جامعة بغداد - كلية الزراعة.
- **عبدالواحد، حسين فيصل .(2021).** دور متطلبات الغسل وعمق الحراثة في خفض تأثير ملوحة ماء الري وتحسين بعض خصائص التربة في نمو نبات الحنطة *Triticum aestivum* L. . رسالة ماجستير. كلية الزراعة. جامعة البصرة

- **عبود، محمد رضا عبد الامير وأحمد كريم عباس. (2013).** أستخدام بعض المعاملات في تخفيف الاجهاد الملحي في نمو وانتاج الحنطة صنف شام *Triticum aestivum L.* مجلة الفرات للعلوم الزراعية. المجلد 5 (3):245 – 259 .
- **عبود، محمد رضا عبد الامير وليث سليم سلمان .(2014) .** غسل تربة ملحية باستخدام نوعيات مختلفة من المياه وتأثيرها في بعض الصفات الكيميائية و الفيزيائية للتربة. مجلة الفرات للعلوم الزراعية. 6(4) :214 -232 .
- **العبدلي ، رنا سعد الله عزيز .(2013) .** استخدام علاقات الشدة والسعة في جاهزية البوتاسيوم للترب المعاملة بمخلفات عضوية مختلفة ، مجلة تكريت للعلوم الزراعية .13(4): 113- 122 .
- **العبيدي ، محمد علي جمال .(1996) .** حركيات ايون البوتاسيوم في بعض الترب العراقية . اطروحة دكتوراه . كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **العبيدي، محمد علي جمال و خضير احمد محمد. (1998) .** بعض معايير الثرموديناميكية في تصنيف الترب الزراعية شمالي العراق . مجلة زراعة الرافدين المجلد 30 العدد1:42-47 .
- **العبيدي، محمد علي جمال ورائدة اسماعيل عبد الله الحمداني . (2010).** تأثير الاسمدة العضوية في جاهزية السماد البوتاسي لمحصول الذرة الصفراء (*Zea mays L.*). مجلة زراعة الرافدين. 38(1):26-31.
- **العبيدي، محمد علي جمال, عباس جاسم حسين, و محمد علي سعد الله . .(2003)**حركيات تحرر ايون البوتاسيوم غير المتبادل لبعض الترب الديمية في محافظة نينوى تحت ظروف الزراعة .مجلة العلوم الزراعية العراقية . (5) :31-36 .34
- **العتبي ، سبأ طارق محمد .(2021)** . دورمصدر السماد البوتاسي والتسميد الحيوي في جاهزية بعض المغذيات في التربة وانتاجية الماش (*Vigna radiate. L*) تحت الاجهاد الرطوبي .رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **العزاوي، اشرف محمد شريف .(2018).** تأثير القوة الأيونية ونسجه التربة في الفسفور الجاهز والمستخلص بطريقتي أولسن وحامض الفورميك في نمو وإنتاج الحنطة *Triticum aestivum* L. اطروحة دكتوراه. كلية الزراعة . جامعة بغداد.

- **علي، نور الدين شوقي وحمد الله سليمان راهي وعبد الوهاب عبد الرزاق شاكر . (2014).**خصوبة التربة .وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .دار الكتب العلمية للطباعة والنشر والتوزيع .
- **علي، نور الدين شوقي. (2004).** تأثير إضافة ايون البوتاسيوم وطريقتين للري في الانتاجية الكمية والنوعية لمحصول الطماطة (كارملو الامريكي) *Lycepersicon esculentum Mill* في الزراعة المحمية . مجلة العلوم الزراعية العراقية . 35(3):23-30.
- **العوضي ، محمد نبيل ووصيف مصطفى وفهيم عبد السلام.(2008) .** التوزيع الرطوبي للتنقيط تحت السطحي باستخدام المياه المالحة فى أرض رملية . المجلة المصرية للهندسة الزراعية 25 (2) :495 – 496 .
- **عيسى، طالب أحمد .(1990).** فسيولوجيا نباتات المحاصيل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي.
- **عيسى ، سلمان خلف .(2022).** معادن التربة ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ، الدار الجامعية للطباعة والنشر والترجمة .
- **الفرج ، قاسم الفرج .(2021)** . تاثير الكبريت مع المادة العضوية في تحسين خصائص التربة الكلسية . المجلة السورية للبحوث الزراعية 8 (6) : 252 _ 261 .
- **القيسي ، علي عيسى .(2013)** . تقييم حالة ايون البوتاسيوم الثرموديناميكية في الترب الكلسية لمناطق الفرات الاوسط . رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بابل.
- **كبة، سلام إبراهيم عطوف .(2008).**المياه في العراق بين الواقع والمعالجات. مقالة .مركزكلكامش للدراسات والبحوث. بغداد. العراق.
- **الكرطاني، عبد الكريم عريبي ونجم عبد الله الزبيدي وصبا حسن علوان .(2016).** تقويم فاعلية فطريات المايكورايزا نوع *Glomusmosseae* والفطر *Trichodermaharzianum* وحامض الهيوميك على نمو وحاصل الذرة الصفراء *Zea mays* L. في تربة معقمة. مجلة ديإلى للعلوم الصرفة. المجلد (12) العدد (3).
- **كريم ، احمد ماجد .(2016)** . تأثير إضافة السماد الكيميائي والعضوي والحيوي في بعض صفات نمو محصول الذرة الصفراء (*Zea mays . L*) . دبلوم عالي - كلية الزراعة - جامعة بغداد .

- **اللامي ، حيدر فاضل جعفر .(2018)** . مقارنة إضافة السماد العضوي والكيميائي في نمو وحاصل الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor .L*) . رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **المالكى ، لبنى علي سهو .(2010) .** تأثير نوع وتخمر السماد الحيوانى فى بعض خواص التربة والصفات الفيزيائية والكيميائية والانتاج في نخيل التمر *Phoenix*) *dactylifera*.) صنف الحلاوي .رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة البصرة .
- **المنظمة العربية للتنمية الزراعية .(2009).** التقرير السنوي للتنمية الزراعية في العراق.العدد29.
- **مجيد، دعاء عباس .(2020) .** تأثير إضافة مستويات ايون البوتاسيوم والمادة العضوية والري الناقص في صور ايون البوتاسيوم لمحصول الذرة الصفراء. رسالة ماجستير. كلية الزراعة - جامعة واسط .
- **محمود ، محمد احمد . (2018) .** تقييم جاهزية ايون البوتاسيوم في الترب الملحية باعتماد معادلات التبادل الايوني والمعايير الثرموديناميكية. رسالة ماجستير . كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **المسمار، نشمي احمد هلال .(2021) .** تقييم إضافة الكمبوست ومخلفات الأغنام في الأثر المتبقي للفسفور من مصادر فوسفاتية مختلفة وفي نمو وحاصل النبات اللاحق .اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة تكريت .
- **المشهداني ، وليدعلي حميد ومنذر ماجد تاج الدين الحلي. (2015).** تأثير مستويات السماد البوتاسي والعضوي وكمية ماء الري في بعض صفات التربة الخصوبية وحاصل القرنابيط (*Brassica oleracea L.var. botrytis*) . المجلة العراقية لعلوم التربة.15(1) : 178-194.
- **المشهداني، علا نوري ابراهيم .(2011).** دراسة الصفات المعدنية والميكرومورفولجية لترب الصبخة والشورة في بعض مناطق وسط العراق، رسالة الماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد .
- **مهمداني، لزكين أحمد ميروين. (2008).** دراسة تأثير أزالة معادن الكاربونات واكاسيد الحديد على امتزاز وتحرر ايون البوتاسيوم من مفصول الطين في بعض ترب شمال العراق . اطروحة دكتواره .كلية الزراعة والغابات - جامعة الموصل.

- **الناصري ، اياد احمد حمادة .(2005).** تاثير إضافة خث بعض المخلفات العضوية النباتية ومستخلصاتها المائية في نمو الذرة الصفراء (*Zea mays* L.). رسالة ماجستير – كلية الزراعة – جامعة بغداد .
- **نسيم، ماهر جورجي .(2005) .** خصوبة الأراضي والاسمدة .كلية الزراعة - جامعة الاسكندرية . منشأة المعارف - الاسكندرية، جلال حزي وشركاؤه .
- **النعيمي، سعد الله نجم عبد الله. (1999) .** الاسمدة وخصوبة التربة. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.
- **الوهيبي، محمد بن حمد .(2009) .** الملوحة ومضادات الاكسدة(مراجعة مختصرة) المجلة السعودية للعلوم البيدولوجية. 1(3):3-14 .
- **ياسين، موسى فتيخان وعلي حسين ابراهيم البياتي واحمد فرحان مصلح.(2011)** . تأثير نوعية مياه الري في جاهزية وامتصاص ايون البوتاسيوم ونمو وحاصل الحنطة في بعض مناطق التوسع غرب العراق .مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية. المجلد 11(4) :151 -163 .
- **ياسين ، موسى فتيخان و سلام إسماعيل إبراهيم .(2014) .** التأثير المتداخل بين محتوى التربة من الجبس وعمق التربة وملوحة مياه الري في نمو وحاصل نبات الحنطة (*Triticum asstivum* L.) . مجلة الانبار للعلوم الزراعية ، بحوث المؤتمر العلمي الرابع . المجلد 12 . عدد خاص .
- **ياسين، موسىٰ فتيخان و محمود هويدي مناجد و خميس علاوي جوير.(2010).** دور المخلفات العضوية فى تقليل تأثير المياه المالحة في بعض صفات التربة الكيميائية وجاهزية K, P,N .مجلة العلوم الزراعية العراقية .41 (1) :133 - 141 .
- **اليونس، عبد الحميد احمد . (1993) .** أنتاج وتحسين المحاصيل الحقلية .الجزء الاول. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة بغداد - كلية الزراعة - مديرية دار الكتب للنشروالطباعة – بغداد.

6- 2 المصادر الانكليزية

- **A.O.A.C. (1975). A**ssociation of **O**fficial **A**nalytical **C**hemists . Official method of analysis . A.O.A.C. 10th (ed.) republished by A.O.A.C. Washington , D. C., U. S. A., 58 (4): 115.
- **Abrol, I. P. ;J. S. P. Yadav and F.L. Massoud. (1988).** Salt-affected soils and their management. Soilresources, management and conservation services, FAO. Land and Water Development Division.
- **Akande, M.O., F.I. Oluwatoyinbo, C.O. Kayode and F. A. Olowokere. (2008).** Response of maize (*zea mays*) and okra (*Ablemoschus esculntus*) intercrop relayed with cowpea (Vigna unguiculata) to different levels of Cow dung amended phosphate rock. African Journal of Bio technology. 7(17), 3039-3043.
- **Akbarimoghaddam, H.; M. Galavi.; A. Ghanbari. and N. Panjehkeh. (2011).**salinity effects one seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars .Trakia Journal of Sciences. 9(1): 43-50.
- **Ali , A.Y.A.,Ibrahim, M.E.H., Zhou, G., Zh,G., Elsiddig , A.M.L., Suliman ,M.S.E.,…& Salah, E.G.I.(2022).** Interactive impacts of soil salinity and jasmonic acid and humic acid on growth parameters , forage yield and photosynthesis parameters of sorghum plants. South Africcan Journal of Botany .146, 293 -303 .
- **Al-Rekaby, L.S. (2010)**. Effect of Salinity and Biofertilizer (Agrispoon) on growth of (*Catharanthus roseus L.*)G. Don and production alkaloids Vincristine and Vinblastine. Master in Biology (Botany). University of Al-Qadisiya. College of Sciences.

- **Alshebly, T. (2021).** Comparative study of water use between Drip and conventional irrigation System in Maize Crop (*Zea mays L.)*. Ph D . Thesis. Doctoral School of sciences and Technology Speciality: Agriculture. The Lebanese University.
- **Al-Zubaidi, A. H. (2001)**.Potassium status in Iraq. Potassium and water management in WANA. Amman, Jordan.2001.
- **Al-Zubaidi, A.H. (2003).** Potassium status in Iraq. Potassium and water management in West Asia and North Africa (WANA), The National Center for Agricultural Research and Technology Transfer, Amman, Jordon. 129-142.
- **Amiri, R.M.S; Dorudi, and V. M. Fallah.(1995).** Forms of Potassium and clay mineralogy in some paddy Soil of Northern Iraq. Potash Review subject 1,23rd suite No. 2:1995.
- **Anderson, R.G, and Andrew N.F. (2019).**Crop evapotranspiration, 614.
- **Asfaw, M. D. (2022).** Effects of animal manures on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *J. Plant Sci. Phytopathol*, *6*, 033-039.
- **Asgari, H.R.; W. Cornelis. and P. Van Damme. (2012).** Salt stress effect on wheat (*Triticum aestivum L*.) growth and leaf ion concentrations. International Journal of Plant Production. 6(2): 195-208.
- **Ayers, R.S. and D.W. Westcot .(1985).** Water quality for agriculture. FAO.Irrigation and drainage. Paper29.Rev. 1,Rime,Italy.
- **Bandyopadhyay, B.K., and N.N. Goswami. (1985).** Dynamics of potassium in soils as influenced by levels of

added potassium –calcium and magnesium. J. Indian Soc. Soil Sci. 36:471-476.

- **Beckett, P.H.T.(1964)**. Studies on soil potassium: I confirmation of the ratio low measurement of potassium potential. J. soil Sci. 15:1-8. Beckett, P.H.T. 1964 b. studies on soil potassium II: The immediate Q/I relations of label potassium in the soil. J. Soil Sci. 15:9-23.
- **Biswas, P.P.; O.P. Joshi, and M.S. Rajput. (1989).** Q/I relationships of potassium in soil as influenced by long term fertilization in Mango orchard. J. Indian soc. Soil Sci. 37:264-267.
- **Black, C. A. (1965).** Methods of Soil Analysis. Am. Soc. Agron. No. 9 Part1. Madison, Wisconsin. USA.
- **Bogardi, J.J., Tingsanchali T., Bhaduri A., Nandalal K. W.,van Nooijen R. R., Gupta J., Kolech Kina A. G., Salamé L., and Kumar N. (2021).** Introduction and Guide to the Handbook of Water Resources Management: Discourse, Concepts and Examples. In Handbook of Water Resources Management: Discourses, Concepts and Examples, pp. 3-8. Springer, Cham.
- **Buchholz, D.D., and J.R. Brown. (2005).** Potassium in Missouri soils.
- **Chen, S., Du, T., Wang, S., Parsons, D., Wu, D., Guo, X., and Li, D. (2021).** Quantifying the effects of Spatial - temporal variability of Soil properties on crop growth in management zones within an irrigated maize field in North west china. Agricultural Water Management, 244, 106535 .
- **Chien, N.V. (2000).** Potassium forms in some main Soil types of Vietnam. Soil foundamental Research No. 14.

- **Chukwuka, K. S., Akanmu, A. O., Umukoro, O.B., Asemoloye, M.D., and Odebode, A. C. (2020).** " Biochar: avital source for sustainable agriculture ", in Biostimulants in Plant Science . eds. S.M. Mirmajlessi and R. Radhakrishnan (London, UK: Intech Open).
- **Darst, B. C. (1992).** Develomente of potash fertilizer industry. potash Review. No 1., Sup .12.
- **Diacono, M. and Montemurro, F. (2010).** Long- term effects of organic amendments on Soil fertility. A review. Agron. Sustain. Dev.30: 401 - 422.
- **Djaman, K.,O' Neill, M., Owen, C. K., Smeal, D. , Koudahe, K., West, M., and Irmak, S.(2018).** Crop evapotranspiration, irrigation water requirement and water productivity of maize from meteorological data under Semiarid climate. Water, lo (4), 405.
- **Dowbenko, R. (2002).** Fertilizer Facts. Potassium Fertility. Agronomic Information. May.
- **EL- Dardiry, E. I. (2007).** Effect of Soil and water salinity on barley grains germination under some amendments. wrld J. Agric. Sci. 3: 329-338.
- **EL- Mehdi,K. (1990).** Etude de Leffect de Lazote du potassium et de Lequilibre azoto- potassique sur Le rendement et Laquilite technologique de Labet trave a sucre dants le perimeter des Doukkalaa. M.Sc. IAV Hassan II. Rabat. Morocc.
- **F. A. O. (2003).** Water quality for agriculture.Irrigation and Drainge.
- **FAO. (2012).** http www.fao.org/site/567/ default. ancor. Mahdi, S. S., G.I. Hassan, S.A. Samoon, H.A. Rather, S.A.

Dar and B .Zehra (2010). Bio- fertilizers organie agriculture. Journal of phytology.(2) (10), 42-54.

- **FAO. (2017).** Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.
- **FAO STAT.(2020).** Food and Agriculture Organization of the United Nations - Crops'Data. Available on lin: http://www.fao.org/faostat/ (accessed on 12 February 2020).
- **Gadag, R.N., Bhat J. S., Mukri G Go., Gogoi R., Suby S.B., Das A. K.,Yadav S. (2021).** Resistance to Biotic stress: Theory and Applications in Maize Breeding. In Genomic Designing for Biotic Stress Resistant Cereal Crops, pp. 129-175. Springer, cham.
- **Gálvez R., Lena.(2020).** The application of metabolomics for the study of cereal Corn (*Zea mays L.*). Metabolites. 10(8), 300 .
- **Goli-Kalanpn, E.,M.H. Rooz it alab. And M.J. MdaKouti. (2008).** potassium availability as related to clay mineralogy and rates of potassium application. J. Soil Sci. and plant Anal .39:2721-2733 .
- **Gordon, W.B. (2004).** Potassium fertilization of corn in reduced tillage production systems. Kansas.
- **Griffin, R. A., and J.J .Jurinak . (1973).** Estimation of activity coefficients from the electrical conductivity of natural aquatic systems and soil extracts. Soil Sci. 116:26 – 30 .
- **Grismer, M. E., and K.M.Bali. (2015).** Drought tip: Use of saline drain water for crop production. Agriculture and Natural

Resources (ANR) Publication 8554, University of California. Accessed October, 2015.

- **Hafez, M., Abdallah, A. M., Mohamed, A. E., & Rashad, M. (2022).** Influence of environmental-friendly bio-organic ameliorants on abiotic stress to sustainable agriculture in arid regions: A long term greenhouse study in northwestern Egypt. Journal of King Saud University-Science, 34(6), 102212.
- **Hamed, B. A. (2021).** Studying the Effect of Mycorrhiza and Organic Fertilizer Application on Growth of Corn (*Zea Mays* L.). iraqi journal of soil science, 21(1).
- **Hammad, H. M., Abbas, F., Ahmed, A., Bakhat, H. F., Farhad, W., Wilkerson, C. J., and Hoogenboom, G. (2020).** Predicting Kernel growth of maize under controlled water and nitrogen applications . International Journal of plant Production, 14 (4), 609 – 620 .
- **Hartz, T.K,: G. Miyao; R. J. Mullen; M.D. Cahn; J. Valencia, and K.L. Brittan. (1990).** Potassium requirements for maximum yield and fruit quality of Processing tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124 (2): 199-204 .
- **Havlin, J.L;J.D Beaton; S.L Tisdal; and w. L.Nelson, .(2005).** Soil Fertility and Fertilizers. 7th Ed., Upper Saddle River, New Jersey.
- **Husby, C.E., ;O.Steven; D.Jose and O .Vittorio .(2006).** Salinity tolerance ecophysiology of the giant horsetail,ecgiganteum, in the Atacam desert.Botanical Society of America , Chile .

- **International Potash Institute . (2002)** a. A soil potassium mining in the WANA region, a matter of concern. 8th AFA International Annual conference. January 29-31. Cairo, Egypt.
- **International Potash Institute (IPI). (2000).** Potassium in plant production Basel. Switzerland.
- **Islam , M. and G. C.Munda .(2012) .** Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, productivity , nutrient uptake and economics of maize (*Zea mays* L.) and toria (*Brassica campestris* L.) . Agric .Sci .Res .J ., 2(8) : 470 – 479 .
- **Islam, A. T., Ullah, H., Himanshu, S. K., Tisarum, R., Chaum, S., & Datta, A. (2023).** The Interactive Effects of Silicon and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth, Physio-biochemical Traits, and Cob Yield of Baby Corn Plants under Salt Stress. Silicon, 1-15.
- **Jabbar, H. J., & Ratha, H. A. A. (2022).** Effect of Bio, Organic and Mineral Fertilizers Applcation on Improving Desert Soil Characteristics, Growth and Yield of Cauliflower (*Brassica Oleracea* L.). Biochemical & Cellular Archives, 22(1).
- **Jackson, M.L. (1979).** Soil Chemical Analysis. Advanced Course, 2nd . 11th printing Published by the author, Madison, Wis.
- **Jalali, M. (2006).** Kinetics of Non- Exchangeable Potassium release and availability in Some calcareous Soils of Western Iran. Geoderma. 135:63-71 .
- **Janabi, H. (2010).** Water Security in Iraq. To the UN Food and Agriculture Organization (FAO), and other Rome-based UN Agencies .WFP and IFAD.

- **Kandil, H. and N. Gad. (2010).** Response of tomato plants to sulphur and organic fertilizer. Internatoinal Juornal of Academic Research. 2 (3) .
- **Kaya, C., Akram, N. A., Ashraf, M., & Sonmez, O. (2018).** Exogenous application of humic acid mitigates salinity stress in maize (*Zea mays* L.) plants by improving some key physico-biochemical attributes. Cereal Research Communications, 46(1), 67-78.
- **Khider K.(2004)**. Geochemical dispersion of elements in Byrock-Hermidale ground waters, cobar region NSW.In:RoAchI.C.ed. Regolith 2004 CRCLEME. PP.175-180.
- **Khattak, R.A. and Muhammad, D.(2006).** Effect of Pre-Sowing Seed Treatments with Humic Acid on Seedling Growth and Nutrient Uptake.Department of soil and Environmental Science. NWFP Agriculture University,Peshawar .
- **Klob, D. H .S.(2015).** Simulation - Optimization of the Management of sensor -Based Deficit Irrigation Systems. Universidad Politécnica de Madrid.
- **Krauss, A.(2004).** Balanced fertilization , the key to improve fertilizer use efficiency. AFA. 10th international Annual Conference. Cairo, Egypt. 20-22 Jan.
- **LaL, R. (2006).** Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural Lands. Land Degrad. Dev. 209, 197-209.
- **Lakhdar , A., R.Scelza ; R. Scotti , M . A. Rao , N. Jedidi , L .Gianfredaand C . Abdelly . (2010) .**The effect of compost

and sewage sludge on soil biologic activities in salt affected soil . 10 : 1413 – 1421.

- **Lamm, F.R.(1994).** Advantages and disadvantages of subsurface drip irrigation. Kansas State University, International Meeting on advances in micro irrigation. Canary. Islands.
- **Lindsay, W.L. (1979)**. Chemical Equilibrium in Soil. John Wiley and Sons. Ins. New York.
- **Lloveras, J ., A. Lopez, J.Ferran, S. Espachs and J .Solsona .(2001) .** Bread – making wheat and soil nitrate as affected by nitrogen fertilization in irrigated Mediterranean conditions .Agron . J.93 : 1183 – 1190 .
- **Marschner, H. (1995)**. Mineral nutrition of higher plants. Academic press. San Diego. NY.
- **Mass, E. V.(1986).**Salt tolerance of plants. App .Agric. Res .1,12-26.
- **Mahdy, A .M. (2011).**Comparative effects of different soil amendments on amelioration of saline-sodic soil.soil and Water Res., 6(4):205-216 .
- **Meena, R. K., Reddy, K. S., Gautam, R., Maddela, S., Reddy, A.R., and Gudipalli, P. (2021).** Improved photosynthetic characteristics Correlated with enhanced biomass in aheterotic F1 hybrid of maize (*Zea mays L.*). photosynthesis Research, 147(3), 253-267 .
- **Member, U.K.C. (2004).** Key for sick plants. File:\\ UK. Cultivator (internet).
- **Mengl, K.; Kirkby, E. A. (1982).** Principales of plant nutrition. 4th ed. Int. Potash Inst. Bern, Switzerland, P.25 - 90.

- **Mengel, M. H. (1985).** Dynamic and availability of major nutrients in Soils. Adv. Soil Sci. 2:65-115.
- **Mengel, K.; and K. Uhlenbecker. (1993).** determination of available interlayer potassium and its uptake by ryegrass. Soil Sci. SoC. Am. J. 57:761- 766 .
- **Mohammed**, **K. A.; K. M. A.El-Rheem ; A. M.Elsawy and E. M. Essa**, .(**2018**).Effect of Vermicompost Supplemented by Foliar Application of Silicate 85onMarjoram Plants Grown in Saline Soil. *International Journal on AdvancedScience, Engineering and Information Technology*, 8(4):1029-1035.
- **Munns, R.(2002).** Comparative physiology of salt and water stress. Plant Cell and Environ. 25: 239-250.
- **Nehela, Y., Mazrou, Y. S., Alshaal, T., Rady, A. M., El-Sherif, A. M., Omara, A. E. D., ... & Hafez, E. M. (2021).** The integrated amendment of sodic-saline soils using biochar and plant growth-promoting rhizobacteria enhances maize (*Zea mays* L.) resilience to water salinity. Plants, 10(9), 1960.
- **Neina, D. (2019).** The role of Soil pH in plant nutrition and soil remediation Appl. Environ. Soil Sci. 2019:5794869. doi: 10.1155/2019 / 5794869.
- **Nephawe, N., Mwale, M., Zuwarimwe, J., and Tjale, M. M. (2021).** The impact of water- related challenges on rural communities food security initiatives. AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research, 7(1), 11-23.
- **OECD/FAO. OECD-FAO.(2018).** Agricultural outlook 2018-2027 Chapter 3: Cereals; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy, 109 -125. [Cross Ref].

- **Oluwaranti, A., R. Edema, S. A. Ajayi, C. J. Atkinson, G. Asea, and D. B. Kwemoi. (2021).** Climate Variability and Its Impacts on the Performance of Elite Uganda Maize Parental Lines. Hand book of Climate change Management: Research, Leadership, Transformationg, 1-18.
- **Page, A. L.; R. H. Miller and D. R. Kenney. (1982).** Method of soil analysis part 2. 2nd ed. Agronomy 9. Am. Sco. Agron. Madison Wisconsin .
- **Patil, A., and Tiwari K. N. (2018).** Okra crop response under subsurface drip and Conventional furrow irrigation with varying N fertilization communications in Soil Science and plant Analysis, 49 (19), 2429-2445.
- **Pettit,R . E .(2003) .** Organic matter Humus, Humates, Humic Acid, Fulvic Acid and Humin, Their importance in soil fertility and plant health. Plant Nutrition and Fertilizer Sci. 9 :406 – 410 .
- **Petty grove, S., T. Ogeen, and R. Southard .(2011).** potassium Fixation and its Significance for california crop production. Better crops. 95 (4): 16-18.
- **Potash and Phosphate Institute. (2003)**. An Introduction to potassium in Indian Agriculture : Effect on crop, Yield and Quality, nutrient efficiency, stress tolerance in crops, and nutrient interaction.
- **Prased, R. and J. F. Power. (1997).** Soil fertility management for substainable agriculture Lewis pub ., New York.
- **Qadir, M.J.D. Oster, S. Shubert, A. D.Noble and K . L . Sahrawatk. (2007).** PH ytoremediation of Sodic and Saline - Sodic soils. Advances in Agronomy 96,197 - 247.

- **Qureshi, A. S., Ahmad, W., & Ahmad, A. F. A. (2013).** Optimum groundwater table depth and irrigation schedules for controlling soil salinity in central Iraq. Irrigation and Drainag*e*. 62(4): 414-424.
- **Rasool , R .;S.S.Kukal and G.S.Hira.(2008).** soil organic carbon and physical properties as affected by long-term application of FYM and inorganic fertilizers in maize-wheat system. Soil & Tillage Research.101:31 – 36.
- **Reetz, H. F.; r. c. Schroeder, and R. K. Stewart. (2005).** Potassium management training Kit/IIIinois Fertilizer Conference Proceeding. Jan. 24-26.
- **Rekaby, S. A., Awad, M. Y., Hegab, S. A., & Eissa, M. A. (2020).** Effect of some organic amendments on barley plants under saline condition. Journal of plant nutrition, 43(12), 1840-1851.
- **Rengasamy, P. (2011).** World salinization with emphasis on Australia. Journal of Experimental Botany. 62 (2), 1017-1023.
- **Richards, L. A. (1954).** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils (Vol. 78, No. 2, p. 154). LWW.
- **Rupa, T. R.; S. Srivastava; A. Swarup; D. Sahoo, and B. R. Tembhare. (2003).** The availability of potassium in Aeric Haplaquept and Typic Haplustert as affected by long-term cropping, fertilization and manuring. Nutrient Cycling in Agroecosystems.
- **Roberts , T., and K.Panchuk .(2001).** Potassium and chlorine fertilization in production . Saskatchewan Agriculture and Food.
- **Rodrigues, V. D. S., Sousa, G. G. D., Soares, S. D. C., Leite, K. N.,Ceita, E. D., & Sousa, J.T. M. D .(2021).** Gas exchanges and mineral content of corn crops irrigated with saline water .Revista Ceres.68:453 – 459 .

- **Schneider, A.(1997).** Influence of soil Solution Ca Concentration on short- term K release and fixation of a loamy Soil.The European J.Soil Sci. 48:513.
- **Schofield, R.K. (1947)** . A ratio law governing the equilibrium of cation in Soil solution. Proc. Inter. Cong. Pure and Applied chem. (London). 11th Congr. 3:257-261 .
- **Schroeder, D. (1976)**. Relation between soil potassium and potassium nutrition of the plant. Int. Potassium Res. 53-63. Agric. Prod.
- **Shahryari R.,Khayatnezhad, M.,and Bahari N.(2011).** Effect oftwo humic fertilizers on germination and seedling growth of maize Genotypes .Advance in Enviromental biology s(1): 114 -117 .
- **Shah, F., and Wu W. (2019).** Soil and crop management Strategies to ensure higher crop productivity Within sustainable environments. Sustainability 11 (5): 1485.
- **Sharma, A., & Chetani, R. (2017).** A review on the effect of organic and chemical fertilizers on plants. Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol, 5, 677-680.
- **Shrivastava,P.and R.Kumar.(2015).**Soil salinity:A serious environmerissue and plant growth promoting bacteria as on of the tools for alleviation.Saudia Journal of Biological Sciences,22:123-131.
- **Silva, M.E. and Bras, I. (2016).** Co-Composting of Poultry Manure with Different Organic Amendments . World Academy of Sci., Eng. and Tech. Int. J. Env. and Eco. Eng. 10 (8).

- **Song, S.; P .Lehne;J.Le;T.Ge and D.Huang .(2009).** Yield ,fruit quality and nitrogen uptake of organically and conventionally grown muskmelon with different inputs of nitrogen , phosphorus , and potassium .Journal of plant nutrition . 33(1):130 – 141.
- **Sousa, H. C., Sousa, G. G. D., Lessa, C. I., Lima, A. F. D. S., Ribeiro, R. M., & Rodrigues, F. H. D. C. (2021).** Growth and gas exchange of corn under salt stress and nitrogen doses. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, *25*, 174-181.
- **Sparks, D.L.(1980).** chemistry of soil potassium in Atlantic Coastal Plain Soils. Soil Sci. plant Anal. 11:435- 449.
- **Sparks, D. L. (2000).** Bio- availability of soil potassium. In Handbook of soil Walcoml summered 2000 C. R.C. Press. New York.
- **Sparks, D.L.; L.W. Zelazny, and D.C. Martens. (1980 a).** Kinetics of potassium exchange in a paleudult from the coastal plain of Virginia. Soil Sci. Soc.Am. J. 44:37-40 .
- **Sparks, D.L.; L.W. Zelanzy, and D.C. Martens. (1980 b).** Kinetics of potassium desorption in soil using miscible displacement. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:1205-1208.
- **Sparks, D.L., and P.G. Huang. (1985)**. The physical chemistry of soil potassium. In : R.E. Munson (ed.) potassium in agriculture. ASA CSSA. SSSA, Madison, WI.
- **Sposito, G. (2008).** The chemistry of soils.Oxford University Press.
- **Sposito,G.(1989) .**The Chemistry of Soil.Oxford University. Press Potash Instit.
- **Stanly, E.M.(2005).** Environmental chemistry. International standard.

- **Swarup, A., and K.N. Singh. (1989)**. Effect of continuous fertilizer use on Q/I relationships of K in sodic soil cropped with rice and wheat for twelve years. J. Indian Soc. Soil Sci. 37: 399-401.
- **Szabolcs, I**.(1991). Soil classification related properties of salt affected soils. Proceedings of the International Soil Correlation Meeting,USA.pp :204 – 207 .
- **Tanji, K. K. and N. C. Kielen. (2002).** Agricultural drainage water management in arid and semi - arid areas. Irrig. Drain. Paper, 61. FAO, Rome. Italy.
- **Taylor, R. W. and B. G. Ellis. (1978).** Amechanisms of phosphate adsorption and anion exchange resin suface. Soil Sci. soc. Am. J. 42:432-436.
- **Thompson, B. (2000).** Plant nutrients limitations upon growth. Dept. of Agricultural and Bio resource Engineering, University of Saskatchewan
- **Tsaid las, C. D., and V. P. Evangelou. (1998)**. Mixed soil clinopfilote quantity/ Intensity behavior in binary and ternary K-NH4-Ca exchange systems. Soil Sci. 163 (6): 454 - 462 .
- **Van Hoorn, J. Burke, S. E., Sanson, A. V., (2018).** Effects of irrigation water quality and NPK-fertigation levels on plant growth, yield and tuber size of potatoes in a sandy loam alluvial soil of semi-arid region of Indian Punjab. Agricultural Water Management, 266, 107604.
- **Villa-Castorena, M. ; A.L.Ulery ; E.A.Catalan-Valencia and M.D.Remmenga.(2003).** Salinity and nitrogen rate

effects on the growth and yield of Chilli Pepper. Soil Sci.Soc,Am.J.,37: 1781 – 1789.

- **Walker , D. J .and M . P. Bernal .(2008).**The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil . Biores , Technol ., 99: 396 – 403 .
- **Wang, J. J.; D.L. Harrell, and P. F. Bell. (2004).** potassium buffering characteristics of three Soil lown in exchangeable potassium. V68:654-661.
- **Wang,S., Gao, P., Zhang, Q., Shi, Y., Guo, X., Lv, Q., … & Meng, Q.(2022).** Application of biochar and organic fertilizer to saline-alkali soil in the Yellow River Delta: Effects on soil water, salinity, nutrients, and maize yield. Soil Use and Management.38(4) :1679 – 1692 .
- **Whiting, D.; C. Wilson, and A. Cord. (2005)**. Plant Nutrition. Colorado State University Cooperative extension. Horticulture.
- **Woodruff, C.M. (1955).** Ionic equilibria between clay and dilute salt solution . Soil Sci. Soc.Am. Proc. 19:36-40.
- **Woodruff, J.R.(2000) .**Corn soybeans respond to starter .Fluid Journal. Winter .
- **yagodin, B.A. (1984).** Agricultural chemistry. Part 2. Mir pub . Moscow.
- **Yan, N., Marschner, P., Cao, W., Zuo, C., & Qin , W. (2015).** Influence of salinity and water content on soil microorganisms. International soil and water conservation Research,. 3(4) , 316-323.

- **Yang, J.E. and E.O. Skogley. (1992)**. Diffusion kinetics of multinutrient accumulation by mixed-bed ion-exchange resin. Soil Science Society of America Journal. 56(2): 408 – 414 .
- **Yuncai, H. and U. Schmidhaher. (2005).** Drought and Salinity: Acomparison of their effects on mineral nutrition of plants. J. of plant Nutrition and Soil Science. 168, 541-549.
- **Zahra, N., Raza, Z. A., & Mahmood, S. (2020).** Effect of salinity stress on various growth and physiological attributes of two contrasting maize genotypes. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *63*.
- **Zaimenko, N.V., Didyk, N. P., Pavliuchenko, N. A., Ivanytska, B. O., Kharytonova, I. P., & Rositska, N.V .(2018).** Natural silicates mixed with organic fertilizers enhance corn adaptation to salt stress and improve physical characteristics of sandy soil. Journal of Crop Improvement, 32(2), 188-207.
- **Zarrabi, M. and Jalali, M. (2008).** Evaluatoin of extractants and quantit intensity Velationships for estimation of available potassium in some calcareous soils of western Iran. J. Soil Sic. And plant Anal. 39:2663-2667 .
- **Zhang, H., Gao, J., Yu, X., Ma, D., Hu, S., & Shen, T. (2023).** Effect of Deep Straw Return under Saline Conditions on Soil Nutrient and Maize Growth in Saline –Alkali Land. Agronomy, *13*(3), 707 .

7- الملاحق

ملحق 1. يوضح طريقة حساب عمق ماء الري (d) وحجم ماء الري المضاف (v) وزمن تشغيل المضخة (T) لرية الانبات الاولى ولعمق تربة 10 سم.

Θ عند السعة الحقلية(0.3 بار)=0.186

Θ عند نقطة الذبول الدائم(15بار)=0.063

Pw=0.186/1.2=0.155×100=15.5 %

الماء الجاهز للنبات= 0.123

50% من الماء الجاهز=0.123×0.5=0.0615

Θ بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز=0.186-0.0615=0.1245

Pw بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز=Θ بعد استنزاف 50% من الماء الجاهز\ الكثافة الظاهرية

للتربة المزروعة

Pw=0.1245/1.2=0.1037×100=10.37 %

عمق ماء الري(d) يحسب كالاتي :

$$d=(\Theta_{f.c} - \Theta_w) \times D$$

$\Theta_{f.c}$: المحتوى الرطوبي الحجمي للتربة عند السعة الحقلية

Θ_w: المحتوى الرطوبي الحجمي عند استنزاف 50% من الماء الجاهز في التربة

D: عمق الجذور (سم)

D=(0.186-0.1245)×10=0.615cm/100=0.0061m

يمكن حساب كمية الماء المضافة :

$$Aw=0.8(Sw)^2$$

$$Aw=0.8\ (0.221)^2$$

$$=0.0390\ m^2$$

$V=d\times Aw \longrightarrow V=0.0061\times0.0390=0.0002379\ m^3$

$V=0.0002379m^3\times1000=0.2379L$

$T=V(L) / Q(L/hr) \longrightarrow T=0.2379/2.28$

$T=0.104\times60=6.24$ min

ملحق 2. تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة لمدة 40 يوم من الزراعة (سنتيمول لتر$^{-1}$)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.088	0.093	0.100	0.093
	K1	0.098	0.102	0.107	0.102
	K2	0.101	0.110	0.114	0.108
S2	K0	0.064	0.072	0.088	0.075
	K1	0.086	0.097	0.102	0.095
	K2	0.099	0.106	0.111	0.106
$_{S*K*M}$ LSD		0.003			$_{S*K}$ LSD 0.003

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.096	0.101	0.107	0.101
S2	0.083	0.092	0.100	0.092
$_{S*M}$ LSD	0.002			$_{S}$ LSD 0.002

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.076	0.082	0.094	0.084
K1	0.092	0.100	0.105	0.099
K2	0.100	0.108	0.112	0.107
$_{K*M}$ LSD	0.002			$_{K}$ LSD 0.002

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي	0.089	0.097	0.104	
$_{M}$ LSD	0.001			

ملحق3.تاثيرالمادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم الذائب في التربة لمدة 80 يوم من الزراعة (سنتيمول لتر$^{-1}$)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.068	0.073	0.078	0.073
	K1	0.081	0.085	0.096	0.087
	K2	0.094	0.100	0.105	0.100
S2	K0	0.043	0.055	0.067	0.055
	K1	0.050	0.075	0.081	0.069
	K2	0.088	0.097	0.100	0.095
LSD_{S*K*M}		0.005			LSD_{S*K} 0.003
S * M					
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1		0.081	0.086	0.093	0.087
S2		0.060	0.076	0.083	0.073
LSD_{S*M}		0.003			LSD_{S} 0.004
K * M					
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0		0.055	0.064	0.073	0.064
K1		0.066	0.080	0.089	0.078
K2		0.091	0.099	0.103	0.097
LSD_{K*M}		0.004			LSD_{K} 0.003
M					
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي		0.071	0.081	0.088	
LSD_{M}		0.002			

ملحـق4. تـأثير المـادة العضـوية والسـماد البوتاسـي وملوحـة مـاء الـري فـي تركيـز البوتاسيوم الذائب في التربة لمدة 120 يوم من الزراعة (سنتيمول لتر$^{-1}$)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.047	0.053	0.056	0.052
	K1	0.060	0.065	0.076	0.067
	K2	0.070	0.074	0.083	0.076
S2	K0	0.024	0.033	0.046	0.034
	K1	0.046	0.055	0.067	0.056
	K2	0.068	0.075	0.078	0.074
LSD_{S*K*M}		0.002			LSD 0.001

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.059	0.064	0.072	0.065
S2	0.046	0.054	0.064	0.055
LSD_{S*M}	0.001			LSD 0.001

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.036	0.043	0.051	0.043
K1	0.053	0.060	0.072	0.062
K2	0.069	0.075	0.080	0.075
LSD_{K*M}	0.002			LSD 0.001

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	0.053	0.059	0.068
LSD_{M}	0.001		

ملحق 5.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة لمدة 40 يوم من الزراعة (سنتيمولK كغم$^{-1}$ تربة)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.157	0.267	0.304	0.243
	K1	0.223	0.253	0.306	0.261
	K2	0.322	0.373	0.390	0.362
S2	K0	0.137	0.152	0.202	0.164
	K1	0.154	0.166	0.213	0.178
	K2	0.193	0.267	0.304	0.255
$_{S*K*M}$ LSD		0.004			$_{S*K}$ LSD 0.003
S * M					
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1		0.234	0.298	0.333	0.288
S2		0.162	0.195	0.240	0.199
$_{S*M}$ LSD		0.002			$_{S}$ LSD 0.002
K * M					
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0		0.147	0.210	0.253	0.203
K1		0.189	0.210	0.260	0.219
K2		0.258	0.320	0.347	0.308
$_{K*M}$ LSD		0.003			$_{K}$ LSD 0.002
M					
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي		0.198	0.246	0.287	
$_{M}$ LSD		0.002			

ملحق 6.تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة لمدة 80 يوم من الزراعة (سنتيمول K كغم$^{-1}$ تربة)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.126	0.136	0.147	0.136
	K1	0.135	0.152	0.204	0.163
	K2	0.154	0.266	0.254	0.225
S2	K0	0.125	0.126	0.134	0.128
	K1	0.128	0.141	0.146	0.138
	K2	0.149	0.159	0.207	0.172
LSD_{S*K*M}		0.004			LSD_{S*K} 0.004

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.138	0.184	0.202	0.175
S2	0.135	0.142	0.162	0.146
LSD_{S*M}	0.004			LSD_{S} 0.005

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.126	0.130	0.141	0.132
K1	0.132	0.146	0.175	0.151
K2	0.152	0.212	0.230	0.198
LSD_{K*M}	0.002			LSD_{K} 0.001

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	0.137	0.163	0.182
LSD_{M}	0.001		

ملحق 7.تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في تركيز البوتاسيوم المتبادل في التربة لمدة 120 يوم من الزراعة (سنتيمولK كغم$^{-1}$ تربة)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.102	0.102	0.104	0.103
	K1	0.104	0.104	0.105	0.104
	K2	0.106	0.110	0.113	0.110
S2	K0	0.101	0.102	0.102	0.102
	K1	0.103	0.105	0.106	0.105
	K2	0.106	0.107	0.108	0.107
LSD $_{S*K*M}$		0.001			LSD $_{S*K}$ 0.000

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.104	0.105	0.107	0.106
S2	0.103	0.105	0.105	0.104
LSD $_{S*M}$	0.000			LSD $_{S}$ 0.000

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.102	0.102	0.103	0.102
K1	0.104	0.105	0.105	0.104
K2	0.106	0.109	0.111	0.108
LSD $_{K*M}$	0.001			LSD $_{K}$ 0.000

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي	0.104	0.105	0.106	
LSD $_{M}$	0.000			

ملحق 8.تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K	
		M0	M1	M2		
S1	K0	2.62	2.53	2.42	2.52	
	K1	2.46	2.32	2.30	2.36	
	K2	2.26	2.21	2.20	2.22	
S2	K0	3.43	3.39	3.34	3.39	
	K1	3.29	3.24	3.19	3.24	
	K2	3.17	3.11	3.08	3.12	
LSD $_{S*K*M}$		0.039			LSD $_{S*K}$	N.S
S * M						
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه	
S1		2.45	2.36	2.30	2.37	
S2		3.30	3.25	3.20	3.25	
LSD $_{S*M}$		0.043			LSD $_{S}$	0.051
K * M						
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي	
K0		3.02	2.96	2.88	2.95	
K1		2.88	2.78	2.75	2.80	
K2		2.72	2.66	2.64	2.67	
LSD $_{K*M}$		0.017			LSD $_{K}$	0.013
M						
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2		
متوسط السماد العضوي		2.87	2.80	2.75		
LSD $_{M}$		0.009				

ملحق 9.تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K_)	السماد العضوي (M)			S * K	
		M0	M1	M2		
S1	K0	2.20	2.18	2.16	2.18	
	K1	2.14	2.11	2.07	2.11	
	K2	2.03	1.98	1.91	1.97	
S2	K0	2.80	2.76	2.65	2.74	
	K1	2.61	2.56	2.51	2.56	
	K2	2.46	2.46	2.41	2.45	
LSD S*K*M		N.S			LSD S*K	0.008
S * M						
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه	
S1		2.13	2.09	2.04	2.09	
S2		2.62	2.59	2.52	2.58	
LSD S*M		0.015			LSD S	0.006
K * M						
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي	
K0		2.50	2.47	2.40	2.46	
K1		2.37	2.33	2.29	2.33	
K2		2.25	2.22	2.16	2.21	
LSD K*M		N.S			LSD K	0.007
M						
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2		
متوسط السماد العضوي		2.38	2.34	2.28		
LSD M		0.013				

ملحق 10.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في ملوحة التربة (ديسيسمنز م$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	1.90	1.87	1.76	1.85
	K1	1.69	1.61	1.54	1.61
	K2	1.48	1.44	1.39	1.44
S2	K0	2.30	2.28	2.24	2.28
	K1	2.20	2.16	2.11	2.16
	K2	2.08	2.01	1.92	2.00
LSD S*K*M		0.026			LSD S*K 0.017

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	1.69	1.64	1.56	1.63
S2	2.19	2.15	2.09	2.15
LSD S*M	0.014			LSD S 0.013

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	2.10	2.08	2.00	2.06
K1	1.95	1.89	1.82	1.89
K2	1.78	1.72	1.66	1.72
LSD K*M	N.S			LSD K 0.014

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	1.94	1.90	1.83
LSD M	0.011		

ملحق 11.تـاثير المـادة العضـوية والسـماد البوتاسـي وملوحـة مـاء الـري فـي الكالسـيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	7.30	6.70	5.20	6.40
	K1	6.40	5.30	4.70	5.50
	K2	5.30	4.80	4.20	4.80
S2	K0	7.80	7.10	6.90	7.30
	K1	7.20	6.30	5.60	6.40
	K2	6.40	5.60	5.10	5.70
LSD $_{S*K*M}$		0.230			LSD $_{S*K}$ N.S

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	6.30	5.60	4.70	5.50
S2	7.10	6.40	5.90	6.40
LSD $_{S*M}$	0.170			LSD $_{S}$ 0.220

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	7.50	6.90	6.00	6.80
K1	6.80	5.80	5.10	5.90
K2	5.80	5.20	4.70	5.20
LSD $_{K*M}$	0.150			LSD $_{K}$ 0.110

M

السماد العضوي (M	M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي	6.70	6.00	5.30	
LSD $_{M}$	0.090			

ملحق 12.تـاثير المـادة العضـوية والسـماد البوتاسـي وملوحـة مـاء الـري فـي الكالسـيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	2.30	1.90	1.40	1.86
	K1	2.20	1.65	1.20	1.68
	K2	1.80	1.60	0.90	1.43
S2	K0	3.20	2.80	2.40	2.80
	K1	2.50	2.10	1.90	2.16
	K2	2.20	1.90	1.60	1.90
LSD $_{S*K*M}$		0.190			LSD $_{S*K}$ 0.160

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	2.10	1.70	1.20	1.70
S2	2.60	2.20	2.00	2.30
LSD $_{S*M}$	0.130			LSD $_{S}$ 0.180

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	2.70	2.20	1.80	2.30
K1	2.20	2.00	1.70	2.00
K2	2.20	1.80	1.30	1.70
LSD $_{K*M}$	0.140			LSD $_{K}$ 0.110

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	2.40	2.00	1.60
LSD $_{M}$	0.060		

ملحق 13.تـاثير المـادة العضـوية والسـماد البوتاسـي وملوحـة مـاء الـري فـي الكالسـيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	1.00	0.97	0.88	0.95
	K1	0.87	0.75	0.66	0.76
	K2	0.67	0.52	0.43	0.54
S2	K0	1.05	1.00	0.94	1.00
	K1	0.96	0.85	0.81	0.87
	K2	0.78	0.73	0.68	0.73
LSD $_{S*K*M}$		0.021			LSD $_{S*K}$ 0.014
S * M					
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1		0.85	0.75	0.66	0.75
S2		0.93	0.86	0.81	0.87
LSD $_{S*M}$		0.011			LSD $_{S}$ 0.010
K * M					
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0		1.03	0.98	0.91	0.97
K1		0.91	0.80	0.74	0.82
K2		0.73	0.62	0.55	0.63
LSD $_{K*M}$		0.016			LSD $_{K}$ 0.012
M					
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي		0.89	0.80	0.73	
LSD $_{M}$		0.008			

ملحـــق 14.تـــاثير المـــادة العضـــوية والســـماد البوتاســـي وملوحـــة مـــاء الـــري فـــي المغنيسيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	6.30	5.70	4.20	5.40
	K1	5.30	4.20	3.80	4.40
	K2	4.30	3.40	2.80	3.50
S2	K0	6.80	6.30	5.80	6.30
	K1	6.20	5.50	4.60	5.40
	K2	5.40	4.70	3.30	4.40
LSD $_{S*K*M}$		0.260			LSD $_{S*K}$ N.S

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	5.30	4.40	3.60	4.40
S2	6.10	4.60	4.60	5.40
LSD $_{S*M}$	N.S			LSD $_{S}$ 0.030

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	6.60	6.00	5.00	5.90
K1	5.80	4.80	4.20	4.90
K2	4.80	4.00	3.00	4.00
LSD $_{K*M}$	0.190			LSD $_{K}$ 0.130

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي	5.70	4.90	4.10	
LSD $_{M}$	0.110			

ملحق 15.تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في المغنيسيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	4.30	3.70	2.20	3.40
	K1	3.40	2.50	1.90	2.60
	K2	2.30	1.80	1.40	1.90
S2	K0	4.60	4.20	3.80	4.20
	K1	4.20	3.50	2.60	3.40
	K2	3.30	2.60	1.80	2.60
$_{S*K*M}$ LSD		0.200			$_{S*K}$ LSD N.S
S * M					
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1		3.30	2.70	1.80	2.60
S2		4.00	3.40	2.70	3.40
$_{S*M}$ LSD		N.S			$_{S}$ LSD 0.060
K * M					
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0		4.50	3.90	3.00	3.80
K1		3.80	3.00	2.20	3.00
K2		2.80	2.20	1.60	2.20
$_{K*M}$ LSD		0.150			$_{K}$ LSD 0.100
M					
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي		3.70	3.00	2.30	
$_{M}$ LSD		0.090			

ملحق 16.تأثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في المغنيسيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	3.30	2.70	1.30	2.40
	K1	2.30	1.40	0.90	1.50
	K2	1.60	0.80	0.60	1.00
S2	K0	3.60	3.30	2.60	3.20
	K1	3.20	2.30	1.60	2.40
	K2	2.30	1.60	0.90	1.60
LSD $_{S*K*M}$		0.220			LSD $_{S*K}$ 0.130

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	2.40	1.70	0.90	1.70
S2	3.00	2.40	1.70	2.40
LSD $_{S*M}$	N.S			LSD $_{S}$ 0.160

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	3.50	3.00	2.00	2.80
K1	2.80	1.90	1.20	2.00
K2	2.00	1.20	0.70	1.30
LSD $_{K*M}$	0.150			LSD $_{K}$ 0.080

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي	2.70	2.00	1.30	
LSD $_{M}$	0.090			

ملحـــق 17.تـــاثير المـــادة العضـــوية والســـماد البوتاســـي وملوحـــة مـــاء الـــري فـــي الصوديوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	3.80	3.40	3.20	3.50
	K1	3.00	2.80	2.40	2.70
	K2	2.20	2.10	2.00	2.10
S2	K0	4.40	4.30	4.10	4.20
	K1	3.70	3.30	3.00	3.30
	K2	3.10	2.90	2.40	2.80
$_{S*K*M}$ LSD		0.190			$_{S*K}$ LSD N.S

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	3.00	2.80	2.50	2.80
S2	3.70	3.50	3.20	3.50
$_{S*M}$ LSD	N.S			$_{S}$ LSD 0.100

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	4.10	3.90	3.60	3.90
K1	3.30	3.00	2.70	3.00
K2	2.70	2.50	2.20	2.40
$_{K*M}$ LSD	N.S			$_{K}$ LSD 0.110

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	3.40	3.10	2.90
$_{M}$ LSD	0.070		

ملحق 18.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في الصوديوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 80 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	6.00	5.80	5.40	5.70
	K1	5.20	5.10	5.00	5.10
	K2	5.20	5.10	5.00	5.10
S2	K0	7.40	7.30	7.10	7.20
	K1	6.70	6.30	6.00	6.30
	K2	6.10	5.90	5.40	5.80
LSD_{S*K*M}		0.180			LSD_{S*K} 0.140

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	5.50	5.30	5.10	5.30
S2	6.70	6.50	6.20	6.50
LSD_{S*M}	0.100			LSD_{S} 0.110

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	6.30	6.20	6.00	6.20
K1	6.30	6.00	5.70	6.00
K2	5.60	5.50	5.20	5.40
LSD_{K*M}	0.140			LSD_{K} 0.120

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	6.10	5.90	5.70
LSD_{M}	0.060		

ملحق 19.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في الصوديوم الذائب(مليمول لتر-1) لمدة 120 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	8.80	8.60	8.20	8.50
	K1	8.00	7.80	7.40	7.70
	K2	7.20	7.10	7.00	7.10
S2	K0	9.40	9.30	9.10	9.20
	K1	8.70	8.60	8.40	8.60
	K2	8.10	7.90	7.40	7.80
$_{S*K*M}$ LSD		0.210			$_{S*K}$ LSD N.S

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	8.00	7.80	7.50	7.80
S2	8.70	8.60	8.30	8.50
$_{S*M}$ LSD	N.S			$_{S}$ LSD 0.080

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	9.10	8.90	8.60	8.90
K1	8.30	8.20	7.90	8.20
K2	7.60	7.50	7.20	7.40
$_{K*M}$ LSD	N.S			$_{K}$ LSD 0.160

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	8.40	8.20	7.90
$_{M}$ LSD	0.050		

ملحق 20.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في البوتاسيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 40 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.877	0.927	1.000	0.934
	K1	0.980	1.017	1.073	1.023
	K2	1.010	1.097	1.137	1.081
S2	K0	0.643	0.717	0.877	0.746
	K1	0.863	0.973	1.017	0.951
	K2	0.993	1.063	1.110	1.056
$_{S*K*M}$ LSD		0.031			$_{S*K}$ LSD 0.027

S * M				
نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.956	1.013	1.070	1.013
S1	0.833	0.918	1.001	0.917
$_{S*M}$ LSD	0.015			$_{S}$ LSD 0.019

K * M				
السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.760	0.822	0.938	0.840
K1	0.922	0.995	1.045	0.987
K2	1.002	1.080	1.123	1.068
$_{K*M}$ LSD	0.024			$_{K}$ LSD 0.023

M			
السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	0.894	0.966	1.036
$_{M}$ LSD	0.009		

ملحق 21.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في البوتاسيوم الذائب(مليمول لتر-1) لمدة 80 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.677	0.727	0.777	0.727
	K1	0.813	0.853	0.957	0.874
	K2	0.943	1.003	1.050	0.999
S2	K0	0.427	0.550	0.673	0.550
	K1	0.500	0.753	0.813	0.689
	K2	0.880	0.967	1.000	0.949
$_{S*K*M}$ LSD		0.051			$_{S*K}$ LSD 0.035

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.811	0.861	0.928	0.867
S1	0.602	0.757	0.829	0.729
$_{S*M}$ LSD	0.031			$_{S}$ LSD 0.037

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.552	0.638	0.725	0.638
K1	0.657	0.803	0.885	0.782
K2	0.912	0.985	1.025	0.974
$_{K*M}$ LSD	0.037			$_{K}$ LSD 0.026

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	0.707	0.809	0.878
$_{M}$ LSD	0.021		

ملحق 22.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في البوتاسيوم الذائب(مليمول لتر$^{-1}$) لمدة 120 يوم من الزراعة

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.473	0.530	0.560	0.521
	K1	0.617	0.650	0.760	0.676
	K2	0.697	0.743	0.827	0.756
S2	K0	0.237	0.333	0.463	0.344
	K1	0.463	0.547	0.673	0.561
	K2	0.683	0.750	0.777	0.737
LSD $_{S*K*M}$		0.024			LSD $_{S*K}$ 0.010

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.596	0.641	0.716	0.651
S1	0.461	0.543	0.638	0.547
LSD $_{S*M}$		0.014		LSD $_{S}$ 0.011

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.355	0.432	0.512	0.433
K1	0.540	0.598	0.717	0.618
K2	0.690	0.747	0.802	0.746
LSD $_{K*M}$		0.017		LSD $_{K}$ 0.007

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	0.528	0.592	0.677
LSD $_{M}$		0.011	

ملحق 23.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في ارتفاع النبات (سم)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	161.63	168.87	173.37	167.96
	K1	175.93	180.80	188.50	181.74
	K2	185.63	194.93	204.90	195.16
S2	K0	160.17	163.63	168.60	164.13
	K1	173.83	177.93	183.17	178.31
	K2	186.73	190.53	196.57	191.28
LSD $_{S*K*M}$		3.821			LSD $_{S*K}$	N.S

S * M			
نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	174.40	181.53	188.92	181.62
S2	173.58	177.37	182.78	177.91
LSD $_{S*M}$	4.293			LSD $_{S}$	N.S

K * M			
السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	160.90	166.25	170.98	166.04
K1	174.88	179.37	185.83	180.03
K2	186.18	192.73	200.73	193.22
LSD $_{K*M}$	1.492			LSD $_{K}$	0.990

M			
السماد العضوي (M)	M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي	173.99	179.45	185.85	
LSD $_{M}$	0.864			

ملحق 24.تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في الوزن الجاف للمجموع الخضري (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

S * K		السماد العضوي (M)			السماد البوتاسي (K)	ةنوعية مياه الري (S)
		M2	M1	M0		
6.67		7.17	6.67	6.17	K0	S1
7.83		8.33	7.92	7.25	K1	
9.28		10.17	9.17	8.50	K2	
5.97		6.33	6.08	5.50	K0	S2
6.83		7.08	6.83	6.58	K1	
7.83		8.33	7.83	7.32	K2	
0.317	$_{S*K}$ LSD	N.S			$_{S*K*M}$ LSD	
S * M						
متوسط نوعية المياه		M2	M1	M0	نوعية مياه الري	
7.93		8.56	7.92	7.31	S1	
6.88		7.25	6.92	6.47	S2	
0.390	$_{S}$ LSD	0.301			$_{S*M}$ LSD	
K * M						
متوسط السماد البوتاسي		M2	M1	M0	السماد البوتاسي	
6.32		6.75	6.38	5.83	K0	
7.33		7.71	7.38	6.92	K1	
8.55		9.25	8.50	7.91	K2	
0.199	$_{K}$ LSD	N.S			$_{K*M}$ LSD	
M						
		M2	M1	M0	السماد العضوي (M)	
		7.90	7.42	6.89	متوسط السماد العضوي	
		0.166			$_{M}$ LSD	

ملحق 25. تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في طول العرنوص (سم)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	21.15	22.08	23.17	22.13
	K1	23.33	23.67	24.08	23.69
	K2	24.58	25.08	25.33	25.00
S2	K0	19.42	20.33	22.08	20.61
	K1	22.17	23.08	23.17	22.81
	K2	23.58	24.08	24.33	24.00
$_{S*K*M}$ LSD		419.N.S			$_{S*K}$ LSD 0.198
S * M					
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1		23.02	23.61	24.19	23.61
S2		21.72	22.50	23.19	22.47
$_{S*M}$ LSD		N.S			$_{S}$ LSD 0.175
K * M					
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0		20.28	21.21	22.63	21.37
K1		22.75	23.38	23.62	23.25
K2		24.08	24.58	24.83	24.50
$_{K*M}$ LSD		0.301			$_{K}$ LSD 0.158
M					
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي		22.37	23.06	23.69	
$_{M}$ LSD		0.191			

ملحق 26. تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في وزن 500 حبة (غم)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	152.85	159.05	184.20	165.37
	K1	194.13	200.88	210.72	201.91
	K2	215.55	227.18	233.93	225.55
S2	K0	146.84	160.49	167.49	158.27
	K1	161.20	180.52	194.02	178.58
	K2	197.83	197.69	203.78	199.77
LSD $_{S*K*M}$		4.772			LSD $_{S*K}$ 3.811

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	187.51	195.71	209.62	197.61
S2	168.62	179.57	188.43	178.87
LSD $_{S*M}$	3.212			LSD $_{S}$ 4.216

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	149.84	159.77	175.85	161.82
K1	177.67	190.70	202.37	190.24
K2	206.69	212.43	218.86	212.66
LSD $_{K*M}$	3.381			LSD $_{K}$ 2.731

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	178.07	187.64	199.02
LSD $_{M}$	1.642		

ملحق 27. تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في حاصل الحبوب (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K	
		M0	M1	M2		
S1	K0	9.67	10.15	10.60	10.14	
	K1	10.22	10.58	11.35	10.72	
	K2	10.35	11.60	11.84	11.26	
S2	K0	9.22	9.50	10.13	9.62	
	K1	9.67	10.33	10.58	10.19	
	K2	10.23	10.67	11.15	10.68	
$_{S*K*M}$ LSD		0.298			$_{S*K}$ LSD	N.S

S * M				
نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	10.08	10.78	11.26	10.71
S2	9.70	10.17	10.62	10.16
$_{S*M}$ LSD	N.S			$_{S}$ LSD 0.098

K * M				
السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	9.44	9.82	10.37	9.88
K1	9.94	10.46	10.97	10.46
K2	10.29	11.13	11.49	10.97
$_{K*M}$ LSD	N.S			$_{K}$ LSD 0.145

M			
السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	9.89	10.47	10.94
$_{M}$ LSD	0.129		

ملحق 28. تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في الحاصل البايولوجي (ميكا غرام هـ $^{-1}$)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	20.75	21.50	22.17	21.47
	K1	22.17	23.33	23.50	23.00
	K2	24.08	24.58	25.17	24.61
S2	K0	19.33	20.17	20.67	20.06
	K1	21.33	22.42	22.50	22.08
	K2	23.08	24.08	24.33	23.83
LSD $_{S*K*M}$		N.S			LSD $_{S*K}$ 0.143

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	22.33	23.14	23.61	23.03
S1	21.25	22.22	22.50	21.99
LSD $_{S*M}$	N.S			LSD $_{S}$ 0.105

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	20.04	20.83	21.42	20.76
K1	21.75	22.88	23.00	22.54
K2	23.58	24.33	24.75	24.22
LSD $_{K*M}$	N.S			LSD $_{K}$ 0.118

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي	21.79	22.68	23.06	
LSD $_{M}$	0.218			

ملحق 29 . تاثير المادة العضوية والسماد البوتاسي وملوحة ماء الري في دليل الحصاد(%)

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	52.29	51.56	49.83	51.23
	K1	51.03	49.48	47.50	49.34
	K2	50.62	48.54	45.73	48.30
S2	K0	52.43	52.17	51.42	52.01
	K1	51.64	50.55	50.40	50.87
	K2	51.23	50.37	49.42	50.34
LSD S*K*M		0.459			LSD S*K 0.211

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	51.31	49.86	47.69	49.62
S2	51.77	51.03	50.41	51.07
	0.261			LSD S 0.199

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	52.36	51.87	50.62	51.62
K1	51.34	50.02	48.95	50.10
K2	50.93	49.46	47.57	49.32
LSD K*M	0.329			LSD K 0.165

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	51.54	50.45	49.05
LSD M	0.211		

ملحق 30 . تاثير اضافةالمادة العضوية ومستويات إضافة السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز النتروجين في الأوراق %

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K	
		M0	M1	M2		
S1	K0	1.28	1.55	1.95	1.59	
	K1	1.32	1.91	2.15	1.79	
	K2	1.83	1.90	2.24	1.99	
S2	K0	1.29	1.28	1.55	1.37	
	K1	1.36	1.57	1.90	1.61	
	K2	1.34	1.59	2.00	1.65	
LSD $_{S*K*M}$		0.171			LSD $_{S*K}$	N.S
S * M						
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه	
S1		1.48	1.78	2.11	1.79	
S2		1.33	1.48	1.82	1.54	
LSD $_{S*M}$		0.126			LSD $_{S}$	0.166
K * M						
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي	
K0		1.28	1.41	1.75	1.48	
K1		1.34	1.74	2.02	1.70	
K2		1.59	1.74	2.12	1.82	
LSD $_{K*M}$		0.114			LSD $_{K}$	0.080
M						
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2		
متوسط السماد العضوي		1.40	1.63	1.97		
LSD $_{M}$		0.063				

ملحق 31 . تاثير اضافةالمادة العضوية ومستويات إضافة السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز الفسفور في الأوراق %

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.12	0.18	0.28	0.19
	K1	0.19	0.21	0.24	0.21
	K2	0.23	0.36	0.40	0.33
S2	K0	0.11	0.14	0.20	0.15
	K1	0.15	0.19	0.26	0.20
	K2	0.24	0.32	0.38	0.31
$S*K*M$ LSD		0.022			$S*K$ LSD 0.017
S * M					
نوعية مياه الري		M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1		0.18	0.25	0.31	0.24
S2		0.17	0.22	0.28	0.22
$S*M$ LSD		N.S			S LSD 0.022
K * M					
السماد البوتاسي		M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0		0.11	0.16	0.24	0.17
K1		0.17	0.20	0.25	0.21
K2		0.24	0.34	0.39	0.32
$K*M$ LSD		0.014			K LSD 0.008
M					
السماد العضوي (M)		M0	M1	M2	
متوسط السماد العضوي		0.17	0.23	0.29	
M LSD		0.009			

ملحق 32 . تاثير المادة العضوية و السماد البوتاسي وملوحة مياه الري في تركيز البوتاسيوم في الأوراق %

نوعية مياه الري (S)	السماد البوتاسي (K)	السماد العضوي (M)			S * K
		M0	M1	M2	
S1	K0	0.84	1.06	1.43	1.11
	K1	0.83	1.20	1.43	1.16
	K2	1.00	1.23	1.57	1.27
S2	K0	0.75	0.91	0.92	0.86
	K1	0.85	1.11	1.13	1.03
	K2	0.97	1.23	1.36	1.19
LSD_{S*K*M}		N.S			LSD_{S*K} 0.072

S * M

نوعية مياه الري	M0	M1	M2	متوسط نوعية المياه
S1	0.89	1.16	1.48	1.18
S2	0.86	1.09	1.14	1.03
LSD_{S*M}	0.082			LSD_{S} 0.091

K * M

السماد البوتاسي	M0	M1	M2	متوسط السماد البوتاسي
K0	0.80	0.99	1.18	0.99
K1	0.84	1.16	1.28	1.09
K2	0.99	1.23	1.46	1.23
LSD_{K*M}	N.S			LSD_{K} 0.043

M

السماد العضوي (M)	M0	M1	M2
متوسط السماد العضوي	0.88	1.13	1.31
LSD_{M}	0.058		

ملحق (33) صور العمل المختبري

Abstract

A field experiment was applied in Loamy sand soil in the fields of the College of Agriculture, University of Wasit, Kut District in Wasit Province at longitude 45.842733 north and latitude 32.497105 east during the fall season of 2023. The aim of study was to estimate the availability of potassium in the soil by some thermodynamic criteria and estimating some growth and production indicators of *Zea mays* L., a factorial experiment was implemented according to the split-split plot arrangement and the randomized complete block design (RCBD) with three replicates.

The experiment included three factors, the first factor was two levels of irrigation water salinity (1.26 and 4 dSm^{-1}) and symbolized by S1 and S2 respectively. The second factor was the addition of potassium fertilizer represented by potassium sulfate at three addition levels (0, 50, 100 kg ha^{-1}) and symbolized by K0, K1 and K2 respectively. The third factor was included the addition of organic fertilizer (sheep waste) at three addition levels (0, 10, 20 tons ha^{-1}) and symbolized by (M0, M1 and M2) respectively. Baghdad-3 variety was planted on 8/1/2023.

Plant samples were taken during the crop growth stages for three dates of planting, after 40, 80 and 120 days of planting. The soluble and exchangeable potassium in the soil were estimated, as well as the calcium, magnesium and sodium ions during these dates to calculate the thermodynamic parameters of potassium, represented by ionic strength, ionic activity, activity coefficient and free energy. The quantity and intensity curves Q/I were also calculated for soil samples for 40 days after planting. The regulatory capacity of potassium and mobile potassium, and the plant content of N, P and K were estimated after crop maturity. At the end of the season and before harvest, some plant

indicators were estimated (plant height, ear length, dry weight of the vegetative group, weight of 500 grains, grain yield, biological yield and harvest index).The results showed that:

1- Irrigation with saline water with the use of potassium fertilization and the level of added organic fertilizer led to a decrease in the electrical conductivity of the soil during the stages of plant growth, as well as for the dissolved positive ions represented by calcium ions, magnesium ions and sodium ions, it led to a decrease in their concentration during the advanced stages of plant growth.

2- Using saline water for irrigation with the addition of organic fertilizer and levels of potassium fertilizer, there was a significant effect on plant growth indicators represented by plant height, ear length, dry weight of the vegetative group and the rest of the characteristics compared to using regular irrigation water with less salinity.

3- The second level of potassium and organic fertilizer treatments (M2) and (K2) gave the best rates for the values of all the study traits represented by electrical conductivity, calcium ion, magnesium, sodium, and potassium soluble and exchangeable in the soil. As well as plant growth indicators such as plant height, ear length, dry weight of the vegetative group, weight of 500 grains, grain yield, biological yield, and harvest index, as well as the N, P, and K content of the vegetative group of the plant.

4- The combination S1M2K2 achieved the highest values for all the studied traits compared to the combination S2M0K0, which achieved the lowest values for the studied traits during the plant growth stages.

5- The thermodynamic criteria, the combination S1M2K2 achieved the highest values for all the thermodynamic criteria of potassium,

represented by ionic strength, ionic activity, activity coefficient and free energy compared to the combination S2M0K0, which gave the lowest values for all the thermodynamic criteria.

The quantity and intensity curves Q/I were also calculated for soil samples for 40 days after planting, from which the percentage of mobile potassium in the soil and the regulatory capacity of potassium were determined. By estimating the thermodynamic criteria, the soil's potassium readiness was determined. It was moderately ready for potassium during the 40 and 80 days of planting to soils suffering from a deficiency in the readiness for potassium during the stages of crop maturity, i.e. after 120 days of planting. Therefore, the thermodynamic criteria were characterized by accuracy, efficiency and very high sensitivity in their results compared to the results of the traditional chemical standard and were more accurate in describing the readiness of potassium in the study samples immediately and in the long term.

The Republic of Iraq

Ministry of Higher Education and Scientific Research

Wasit University

College of Agriculture

Soil and water resources sciences

Wasit University

Using the thermodynamic concepts of potassium at levels of salinity of irrigation water and potassium and organic fertilization and its effect on the growth and production of yellow corn Zea may L.

A Thesis Submitted by

ALham Bed Allah Jabr ALQurayshi

to the Council of the College of Agriculture at the University of Wasit in Partial Fulfillments of the Requirements for the Degree of Master Science in Agriculture (soil science and water Resources)

Supervised by

Assistan.Prof. Dr.

Laith Salim Salman

Prof.Dr.

Abdul Kareem Hassan odhafa

1446 A.H **2024 A.D**