تقويم السلوك الحركي لتأثير القوة الايونية لمياه الري على كاربونات الكالسيوم باعتماد معادلتي الأنتشار والرتبة الأولى

مهدي عبد الكاظم الجبوري محمد علي جمال العبيدي زينب علي حبيب السلطاني
جامعة القاسم الخضراء/كلية الزراعة جامعة الموصل /كلية الزراعة جامعة القاسم الخضراء

الخلاصة :
اجريت الدراسة بهدف معرفة السلوك الحركي لكاربونات الكالسيوم بأخذ ثلاثة مواقع مختلفة من ترب الفرات الأوسط وهي تربة الأسكندرية والنجف وابو غرق وتم الاختيار على اساس الأختلاف في نسبة كاربونات الكالسيوم وكانت 120و280و380 غم.كغم -1 على التوالي .وعوملت هذه الترب بثلاث نوعيات مياه الري ذات قوة ايونية مختلفة تتراوح بين 0.01و0.11و 0.21 مول.لتر-1وSARتراوحت بين 0.65و2.5و8.3 للمياه الثلاثة ماء نهر ،ماءبئر،ماءبزل على التوالي .واستمرت اضافة هذه المياه الى الترب لمدة عشرة اسابيع (70يوم) ،وتم حساب الكالسيوم المتحرر من كل اسبوع من الترب الثلاث المعاملة بثلاث نوعيات من مياه الري ذات تركيب ايوني مختلف وطبقت بعض المعادلات الحركية في وصف السلوك الحركي لتحرر العنصر من التربة ومنها معادلة الانتشار التي تعتمد بالاساس ان القوة الدافعة لعملية الانتشار تنشأ من الفرق بين تركيز العنصر المتحرر آنياً وتركيزه في المحلول الخارجي.ومعادلة الرتبة الأولى التي تنص على أن سرعة العنصر المتحرر تتناسب مع كميته المتبقية في الطور الصلب للتربة، وعند تطبيق المعادلتين بااستخدام المتغيرين الزمن وكمية الكالسيوم المتحرر،و يتم تحديد افضل معادلة من خلال حساب اعلى معامل تحديد R2 واقل خطأ قياسي SE الذي يتم حسابهما بالتحليل الأحصائي .وحساب معامل سرعة الذوبان لكل معادلة حركية والفرق بين الترب.

Assesmentm kinetic behavior of the effect of ionic strength of irrigation water on calcium carbonate depending on diffusion equations and first grade

Z.A.Al_Sultani Obaidi_ M.A.Al M.A. AL-Giboori

ABSTRACT :
The study was conducted to know the Physiochemical behavior of carbonate, Laboratory study was made by choosing three different sites from Middle Euphrates soils which were Najaf, Al-Escandariya , and Abo Gharak . The chosen was made based on the difference in percentage of carbonates which were 120,280, 380 gm.Kg-1 respectively. These soils are used with three types of irrigation water where each type has different ionic strength which was 0.01, 0.11, 0.21 ml and the values of SAR were 0.65, 2.5, 8.3 for three types of water which were well water, river water, and drainage water respectively. These different water are added to different soils for ten weeks (70 days),free calcium was calculated from each week in the three soils treated with three water qwahities had different ionic strength.Many motional equations are implemented

for describing the motional behavior of free item from the soil, some of these equation from the difference between the free item Ions concetrition, and its concentration in said dissolution.the another equation it the first step equation which means the speed of the free item which Precipitate with the rest amonunt of the soil Solid phase .After substitute these two equation ,the best equation will be chosen by calculated the highest limit item(R2) and the Less standard Error(SE)which ware calculation by the Statistical analysis and by calculate the factor of dissolution speed for each motioual equation and the difference between the soils .

المقدمة :

تعد معادن الكاربونات احدى اهم مكونات القشرة الارضية اذ تبلغ نسبتهاحوالي 4%من وزن القشرة الارضية (Shahwanوآخرون ،2002)،تعتبرالقوة الأيونية للطور السائل من المعايير الرئيسية التي تلعب دور كبير في ذوبانية او ترسيب كاربونات الكالسيوم،وان التركيب الايوني لمياه الري يؤثر في نوعية الايونات السائدة في محلول التربة. فعند استخدام مياه الري ينتج عن ذلك تحرر للايونات الموجبة ومنها أيون الكالسيوم،ويتم التحرر اما عن طريق التبادل الأيوني والذي يحصل خلال فترات زمنية قصيرة Chaudharia و Somawanshi 2002)). يدخل المفهوم الحركي للتفاعلات التي تحدث داخل التربة في محور الكيمياء الحركية التي تتضمن التفاعلات وما يصاحبها من عمليات نقل او انتشار بأعتمادها على زمن التفاعل. وقد تناولت العديد من الدراسات المدخل الحركي لاذابة كاربونات الكالسيوم في الانظمة الطبيعية بضمنها نظام التربة – الماء بالأعتماد على عاملين رئيسيين لاختبار حركية اذابة الكاربونات، الاول الحالة تحت الاشباع التي تحدث في خليط مائي (ماء عذب – ماء ملحي)،والثاني الحالة فوق الاشباع وهذا يعني ترسب للمعادن يحدث عند وجود ظروف فوق الإشباع Supersaturated في محلول التربة، (Sparks, 1999) . وأن فرصة ترسيب كاربونات الكالسيوم نتيجة لمرور المياه الحاوية عليهما تزداد عند زيادة تركيزهما في محلول التربة بعد تجاوز حدود الإشباع ،واستخدم الباحثون مدخل الحركيات في وصف اذابة صخرة الكاربونات فقد اوضح Baedecker (1993) انه عند مرور الماء على صخرة الكاربونات سوف يحصل تماس بين الماء ومكونات الصخرة ،وهذا يؤدي الى حدوث فصل لسطح الصخرة الخارجي عنها الى المحلول على شكل طبقة رقيقة ويتحكم في هذا التفاعل الزمن والسرعة فضلا عن ايونات H+ وغاز CO2 الهواء الجوي.واستخدم الكثير من المعادلات والموديلات لوصف التفاعلات الحركية لعدد غير قليل من الأيونات يمكن ان يقدم وصفاً جيداً لتحررالعناصر من خلال ادخال عامل الزمن مع الكمية المتحررة ووصفها كمياً بمعادلات رياضية (Sparks et al, 1992). و يعبر عن مدى تحرر العناصر بمعامل سرعة التحرر وهو قيمة حركية تصف لنا سرعة تحرر ، والرتبة الاولى ومعادلة الانتشار، (Hundal و Pasricha، 1993) واشار(Sparks، 1992) إلى أن المدخل النظري لدراسة تحرر العنصر في التربة يكون من خلال تطبيق قوانين السرعة (Differential Rate Laws)، وأن جميع المعادلات الحركية المستخدمة في حساب معامل سرعة التحرر تستند إلى قوانين السرعة واعتماد عامل الزمن للتنبؤ بسرعة التفاعل وميكانيكية التفاعل للعنصر.

المواد وطرق العمل :

اجريت التحاليل الكيميائية للترب ولنوعيات المياه إذ تم قياس الصفات الكيميائيه والفيزيائية ،كما موضح في جدول (2،1) ولحساب التركيز التجميعي للترب اخذت كتلة من التربة بمقدار 500 غرام وتم وصولها الى كثافتها وتم غسل التربة بثلاث نوعيات من المياه(نهر ،بئر ،بزل) ذات قوة ايونية مختلفة تساوي

0.01 ،0.11 ، 0.21 للمياه الثلاث على التوالي اضيفت هذه المياه الى التربة بطريقه الازاحه الامتزاجية الهادئة (الجريان المستمر الهادئ)حسب (sparks,2003)) على ان يتم استقبال رواشح الاتزان من كل عمود ولفترات زمنيةمقدرة ب10أسابيع وصولا الى الحجم المسامي الاول بعدها تركت التربة لمدة سبعة ايام(168ساعة) اعيد ريها بالمياه لغاية الحجم المسامي الثاني كررت هذه التجربة اسبوعيا ولغاية الاسبوع العاشر اي لمدة 70يوم اذ تم تقدير ايونات الكالسوم والبيكاربونات وملوحة التربة ودرجة تفاعل التربة بعد انتهاء كل حجم مسامي وتم حساب كمية الكالسيوم المتحرره تجميعيا من كل اسبوع ولجميع الترب المعاملة بالمياه.

جدول (1)الصفات الكيميائية والفيزيائيه لترب الدراسة

الصفة	الوحدة	تربة النجف	تربة الأسكندرية	تربة ابو غرق
الصفات الفيزيائية				
الكثافة الظاهرية	ميكاغرام.م$^{-3}$	1.45	1.23	1.5
الحجم المسامي	سم^{3}	130	180	160
الرمل	غم.كغم $^{-1}$	532.1	322.5	209.0
الغرين	غم.كغم $^{-1}$	227.0	276.0	189.9
الطين	غم.كغم $^{-1}$	240.0	402.0	602.0
صنف النسجة	_	SCL	C	C
الصفات الكيميائية				
PH	_	7.7	7.9	7.5
ECe	ديسيمينز.م$^{-1}$	5.15	1.7	8.5
O.M	غم .كغم$^{-1}$	5.0	10.3	7.1
$CaCO_3$	غم .كغم$^{-1}$	150	280	368
$CaSO_4$	غم .كغم$^{-1}$	8.0	10.1	58.1
CEC	سنتيمول.كغم$^{-1}$	12.3	22.9	20.5
Ca^{+2}	مليمول .لتر$^{-1}$	6.0	7.3	16.5
Mg^{+2}	مليمول .لتر$^{-1}$	8.15	3.2	10.7
Na^{+}	مليمول .لتر$^{-1}$	10.8	4.30	17.0
K^{+}	مليمول .لتر$^{-1}$	0.8	0.25	1.0
CO_3	مليمول .لتر$^{-1}$	0	0	0
HCO_3^{-}	مليمول .لتر$^{-1}$	1.9	1.1	3.3
$SO_4^{=}$	مليمول .لتر$^{-1}$	10.7	4.5	17.9
Cl^{-}	مليمول .لتر$^{-1}$	13.1	7.4	20.0

جدول (2)الصفات الكيميائيه للمياه المستخدمه في عمليه الري

نوعية المياه	PH	EC ds.m^{-1}	الأيونات الذائبة مليمول شحنة.لتر $^{-1}$						SAR
			Ca^{+2}	Mg^{+2}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^{-}	Cl^{-}	SO_4^{-2}	
ماء نهر	8.0	1.3	2.8	2.7	1.08	0.03	1.9	2.8	1.9	0.65
ماءبئر	7.8	8.2	15.0	10.1	16.4	0.7	2.5	20.3	14.8	2.5
ماء بزل	7.4	16.5	22.1	15.0	35.7	1.2	4.1	39.2	21.4	8.3

النتائج والمناقشة :

تؤثر القوة الأيونية لمياه الري على الكالسيوم المتحرر تجميعي أوان النتائج المبينة في الجداول (3،4،5) تعبر عن كمية الكالسيوم المتحرر تجميعيامن ترب الدراسة الثلاثة المعاملة بالمياه المختلفة في القوة الأيونية 0.01،0.11،0.21مول لتر-1لمياه النهرو البئرو البزل على الترتيب. عند مرورها خلال اعمدة الترب بطريقة الجريان الهادئ

ولغاية 70يوم لجميع الاسابيع العشرة، وكانت الكمية المتحررة من الكالسيوم تختلف بأختلاف القوة الأيونية للمياه والترب وبمدى يتراوح من2.02الى25.81 سنتمول .كغم-1.فقد كانت اعلى كمية تحرر للكالسيوم في تربة ابو غرق المرويه بمياه بزل ذات نسبة امتزاز صوديوم عالية 8.3 اما اقل كمية للكالسيوم المتحرر تجميعيا كان عند تربة النجف المروية بمياه النهر نسبة امتزاز 0.65 ،امافي جدول (6)سيوضح التراكيز النهائية التجميعية للأسابيع الاخيره فكانت تتراوح بين 25.81-7.14سنتيمول/كغم مما يشير بوضوح الى دور كل من نسبة امتزاز الصوديوم SAR والقوة الأيونية لمياه الري في الكمية المتحررة من الكالسيوم كما موضح في شكل (1) اي ان المياه ذات SAR العالية حررت كميات من الكالسيوم اكثر من المياه ذات SAR القليلة وهذا يعود الى قدره ايون الصوديوم في ازاحة ايون الكالسيوم المتواجد في التربة ليسمح في التحرر بكميات اضافية في مراحل لاحقة الحديدي2014)).وهذا قد يعزى الى دور القوة الايونية في زيادة ذوبانية الكلس بتأثير الجهد والايون المشترك في الاذابة ،اي ان كمية الكالسيوم المتحرر من ذوبان المعادن تزداد مع زيادة عدد دورات الري لماء الري والمياه الكبريتية، كما يمكن ان يحدث لها فقد لذلك يعد التداخل التدريجي بين الطور السائل والطور الصلب المتمثل بالماء والكاربونات على التوالي احد المفاهيم الأذابه بالمحاكاه او الازاحة الامتزاجية (Rezaei et al., 2004) (عبد الله ، 2006). ووجود الايونات الذائبة في هذه المياه وخاصة ايونات الصوديوم إذ كانت كميتها في مياه البزل 35.7ملمول.لتر-1 وفي مياه البئر16.4ملمول .لتر-1 وفي مياه النهر1.08مليمول.لتر-1ويتفق هذا مع ما توصل اليه (Cookson,2003 and AlBusaidi والعزاوي،2010 القزويني ،2014) الذين بينوا ان ايونات الصوديوم تحل محل ايونات الكالسيوم الموجودة في معادن كاربونات الكالسيوم في الترب الكلسية مكونة معادن كاربونات وبيكاربونات الصوديوم التي تغسل مع الماء للخارج، وان زيادة ملوحة مياه الري تؤثر في الاس الهيدروجيني للتربة مما يؤدي الى زيادة ذوبانية الكلس نسبيا مع انخفاضه (الزبيدي ،1989) و(العزاوي ،2010). واشارت القزويني (2014) الى زيادة قابلية ماء البزل على تحرر الكالسيوم مقارنة بماء النهرمما يعطي لنا دلائل واضحة انه بزيادة القوة الايونية يزداد التحرر، وكذلك ان قيم نسب امتزاز الصوديوم في طور التربة السائل المتزن مع نوعيات مياه مختلفة تتاثر معنويا بقيمة SAR المياه من جهة وملوحة المياه من جهة اخرى.مما يعكس لنا بوضوح دور نوعية المياه وتباين خصائص الترب الفيزيائية والكيميائية في محلول الاتزان وهذا يتفق مع ما اشار اليه من(Rajeb,1999)و(الجبوري،2006).

جدول (3) تركيز الكالسيوم التجميعي لتربة النجف عند الري بثلاث نوعيات مياه مختلفة القوة الأيونية

الزمن (يوم)	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه النهر	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه البئر	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه البزل
7	2.02	2.52	3.64
14	3.59	4.47	6.3
21	4.57	6.03	8.42
28	5.35	7.33	10.15
35	5.81	8.28	11.55
42	6.11	8.97	12.65
49	6.4	9.58	13.71
56	6.66	10.1	14.69
63	6.9	10.62	15.65
70	7.14	11.14	16.61

جدول (7)تركيز الكالسيوم التجميعي لتربة الأسكندرية عند الري بثلاث نوعيات مياه مختلفة القوة الأيونية

الزمن (يوم)	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه النهر	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه البئر	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه البزل
7	2.21	2.88	3.51
14	3.95	5.4	6.44
21	5.25	7.5	8.96
28	6.19	9.09	10.9
35	6.71	10.33	12.63
42	7.12	11.28	14.09
49	7.48	11.98	15.46
56	7.83	12.64	16.76
63	8.13	13.3	18.05
70	8.43	13.96	19.34

جدول (8)تركيز الكالسيوم التجميعي لتربة ابو غرق عند الري بثلاث نوعيات مياه مختلفة القوة الأيونية

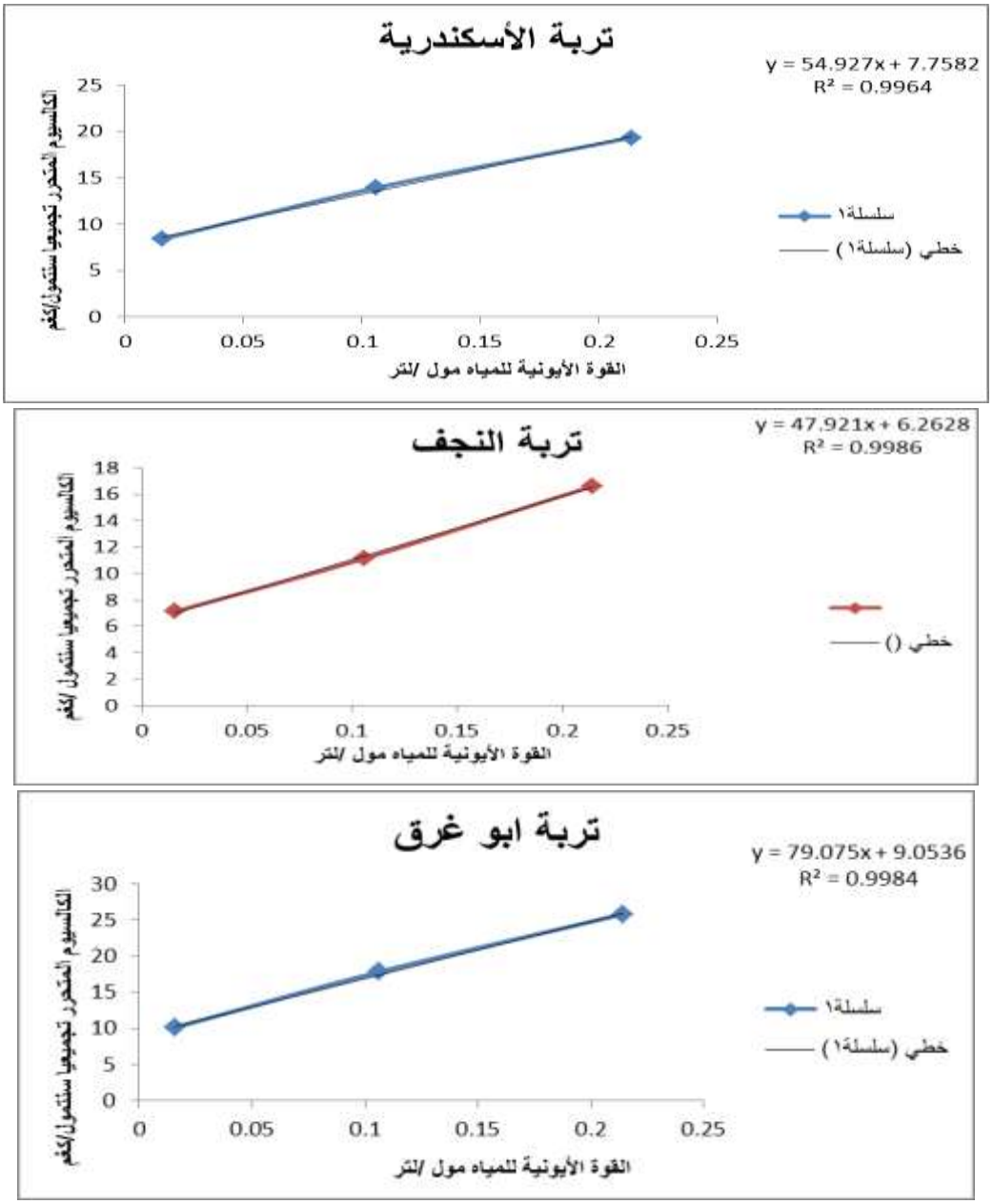
الزمن (يوم)	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه النهر	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه البئر	التركيز التجميعي للكالسيوم(سنتمول/كغم) عند الري بمياه البزل
7	2.48	4.46	5.35
14	4.75	7.82	10.07
21	6.35	10.41	13.86
28	7.55	12.4	16.68
35	8.24	13.87	18.8
42	8.73	14.82	20.47
49	9.13	15.63	21.94
56	9.46	16.36	23.23
63	9.79	17.08	24.52
70	10.12	17.8	25.81

جدول (9)يوضح كمية الكالسيوم المتحررتجميعيا(سنتمول/كغم)من ترب الدراسة المروية بمياه مختلفة الملوحة

نوعية مياه الري	الكالسيوم المتحررمن تربة النجف	الكالسيوم المتحرر من تربة الأسكندرية	الكالسيوم المتحرر من تربة ابوغرق
ماء نهر	7.14	8.43	10.12
ماءبئر	11.14	13.96	17.8
ماء بزل	16.61	19.34	25.81

وتم رسم شكلا بين القوة الايونية مع الكالسيوم المتحرر تجميعيا موضح في شكل(1) إذ لوحظ بأن معامل التحديدR2 تراوح بين 0.998_0.996 وهذا يدل على الارتباط العالي المعنوية بين كمية الكالسيوم المتحررة والقوة الايونية للمياه من خلال ماتم ملاحظته يوجد تأثير لعمليات تكون الترب خصوصا عمليتي التكلس وعكس التكلس مما ادى الى ان ترب الدراسة ابدت اختلاف واضح في سرعة ذوبان الكاربونات وتحرر الكالسيوم وهذا يتعلق بالظروف المرتبطة بالبيئة الخارجية والخاصة بنظام التربة على

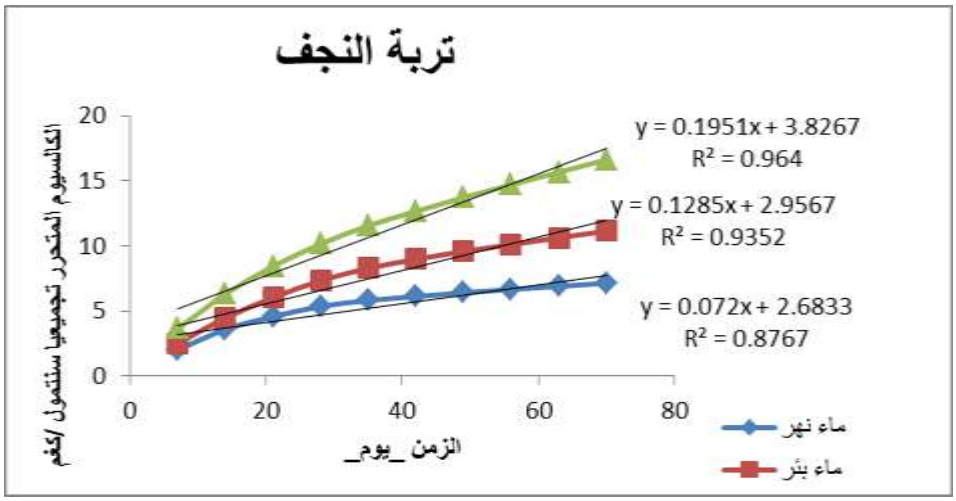
الصور والاشكال المختلفة للكاربونات واثرها في الذوبانية (Drees and Wilding, 1987 و Al-Kaysi, 2000 و يوسف ، 1987).

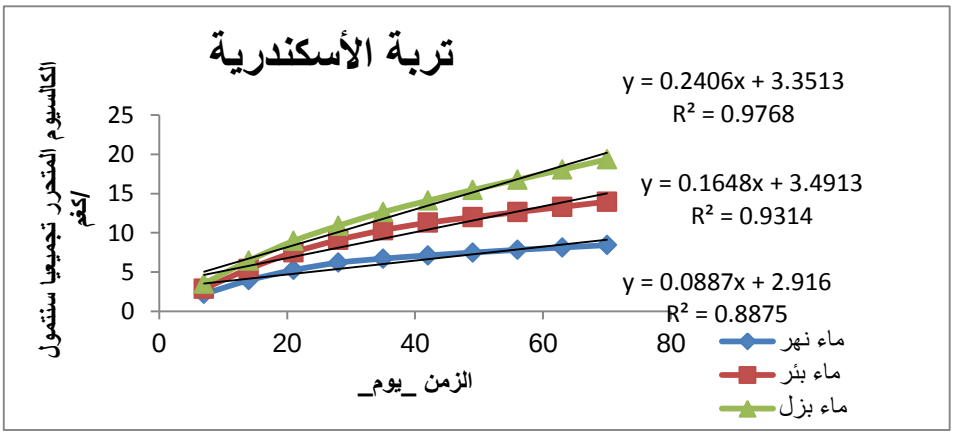


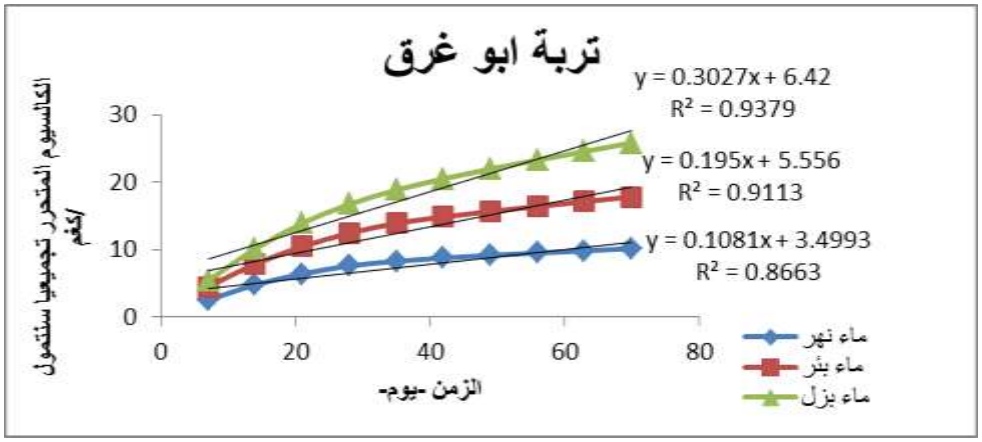
شكل (1) يوضح العلاقةبين القوة الايونية لمياه الري و كمية الكالسيوم المتحرر تجميعيا من ترب الدراسة الثلاث.

اما دور القوة الأيونية في تحرير ايون الكالسيوم يرجع الى التركيب الأيوني للمياه من جهة ودور القوة الأيونية بالضغط على الطبقة الأيونية المزدوجة ،من جهة اخرى مماتقلل من مسافة الأنتشار وبالتالي تزيد عمليات التحرر من مراحل الغسل اللاحقة العبيدي(2006). واذا ماخذنا علاقة احصائية بين الكالسيوم المتحرر كدالة خطية لكل من امتزاز الصوديوم والقوة الايونية كما مبين في شكل (2) لاحظنا وجود علاقة ارتباط عالي المعنوية في تحرير الكالسيوم المكون اثناء عمليات الأزاحة الامتزاجية وهذا يفسر لنا بوضوح دور المياه المختلفة في محتواها من الايونات الموجبة في عملية التحرر عن

طريق الازاحة التبادلية واذابة المعادن الحاملة للكالسيوم مع اشغال مواقع التبادل بالايونات لايونات الكالسيوم الجديدة حيث تتنافس هذه الأيونات مع الصوديوم وبالتالي تزيح الكالسيوم بأتجاه محلول التربة(العبيدي 2006). ومن الشكل (2) يلاحظ اختلاف في الكمية التجميعية المتحررة تختلف و مايتحرر من الكالسيوم بزيادة مده تماس الماء مع التربة باستخدام الجريان المستمر الى ان هذه الزياده تناقصت في المراحل الاخيره من مدة التفاعل.ان هذه النتائج تتفق مع ماتوصل اليه(عبد الله 2006) و(الحديدي 2014). ان استمرار وتعاقب دورات الري للمياه الطبيعية الماره خلال اعمده الترب لغاية الحجم المسامي العاشر ادى الى زيادة في كميه تحرر الكالسيوم والمعبر عن عمليه ذوبان المعدن عن طريق احداث تغير مستمر في حركة المواد المذابة بسبب عمليات التبادل الايوني.







شكل (2)تأثير مده الجريان على كمية الكالسيوم المتحرر تجميعيا من ترب الدراسة الثلاث.

ويعد استخدام معايير الحركيات في وصف تحرر الكالسيوم من افضل الوسائل لحساب والتنبؤ بتحرر الأيونات في مفهوم الكيمياء الحركية،.وهنا تم استخدام معادلتين يعتمد قيم الزمن كدالة لوصف اذابة كاربونات الكالسيوم بأستخدام تركيز الكالسيوم المتحرر كدالة للزمن وهما معادلة الأنتشار ومعادلة الرتبة الأولى ولغرض تحديد افضل معادلة حركية يتم بأخذ اعلى معامل تحديد وأقل خطأ قياسي وكما موضح في جدول (7،8) حيث اظهرت النتائج بأن المعادلتان وصفت عملية الذوبان لكن الافضل كانت معادلة الانتشار بأعطائها اكبر معامل تحديد وكان 0.999 في تربة الأسكندرية المعاملة بماء بزل واقل خطأ قياسي، ان معادلة الانتشار تفسر ميكانيكية تحرر الكالسيوم وان الانتشار هو العامل المسيطر على حركة الأيونات بين طبقات المعادن ثم تحررها الى محلول التربة وتزامنا مع النتائج التي ظهرت تبين بأن الكثير اشارو الى ان معادلة الانتشار تعطي افضل وصف للأذابة(Sparks, 1989) و(اللامي ،1999والعبيدي ،2006).

جدول (7) معامل تحديد ذوبان كاربونات الكالسيوم حسب معادلة الأنتشار والرتبة الاولى بأستخدام القوة الايونية لنوعيات المياه المستخدمة للري

الموقع	R^2طبقا لمعادلةالانتشار			R^2 طبقا لمعادلةالرتبة الاولى		
	القوة الايونية مولليتر$^{-1}$			القوة الايونية مول لتر$^{-1}$		
	ماء نهر0.01	ماء بئر 0.10	ماء بزل 0.21	ماء نهر0.01	ماء بئر 0.1	ماء بزل0.21
النجف	0.956	0.988	0.997	0.976	0.996	0.995
الاسكندريه	0.964	0.986	0.999	0.979	0.987	0.995
ابوغرق	0.947	0.975	0.989	0.951	0.985	0.992

جدول (8) تحديد اقل خطأقياسي حسب معادلة الأنتشار والرتبة الاولى بأستخدام القوة الايونية لنوعيات المياه المستخدمة للري

الموقع	SE معادلةالانتشار ملغم . كغم$^{-1}$.يوم$^{-2/1}$			SE معادلةالرتبة الاولى يوم$^{-2/1}$		
	القوة الايونية مول لتر$^{-1}$			القوة الايونية مول لتر$^{-1}$		
	ماء نهر 0.01	ماءبئر 0.10	ماء بزل 0.21	ماء نهر 0.01	ماءبئر 0.01	ماءبزل 0.21
النجف	0.051	0.089	0.132	0.152	0.141	0.156
الاسكندرية	0.063	0.114	0.162	0.141	0.115	0.130
ابوغرق	0.078	0.136	0.209	0.114	0.140	0.120

من خلال الدراسة استنتج بأن الكالسيوم المتحرر تجميعيا يزداد بزديادة القوة الأيونية للمياه ،واظهر السلوك الحركي لكاربونات الكالسيوم بتفوق معادلة الأنتشار بالحصول على اعلى معامل تحديد واقل خطأ قياسي.فيمكن ان توصي الدراسة بضرورة التوسع بأجراء المزيد من البحوث الخاصة بالسلوك الحركي لمعرفة سلوك كاربونات الكالسيوم لما لها اهمية تطبيقية في ادارة الترب الكلسية.

المصادر :

الحديدي ،عبد القادر عبش. (2012).تأثير نوعية المياه في السلوك الفيزيوكيميائي لأيوني الكالسيوم و المغنسيوم لترب مشروع ري الجزيرة الشمالي نينوى العراق اطروحة دكتوراه،كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل،العراق.

الجبوري ،احمد خلف علي (2006). دراسة سلوكية وحركيات الصوديوم في الترب المتأثرة وغير المتأثرة بالأملاح في شمال العراق،اطروحة دكتوراه،كلية الزراعة والغابات ،جامعة الموصل.

العبيدي ، حمدية شهاب أحمد (2006). تأثير نوعية المياه في حركيات وتحرر المغنسيوم في الترب الكلسية. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

العزاوي ،كاظم مكي ناصر.(2010) .تأثيرالمادة العضوية والتركيب الأيوني لمحلول التوازن في سلوك وحركة الفسفور في التربة ،اطروحة دكتوراه ،كلية الزراعة،جامعة بغداد،العراق.

القزويني ،دعاء فائزكريم.(2014).تقويم جاهزية الفسفور بأستخدام المعايير الثرموديناميكية في الترب الكلسية،رسالة ماجستير،كلية الزراعة،جامعة القاسم الخضراء.

اللامي ، عبد سلمان جبر (1999). تقييم جاهزية المغنسيوم في ترب البيوت البلاستيكية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة، جامعة بغداد.

عبد الله ، حازم محمود أحمد (2006). ثرموديناميكية وحركية ذوبان كاربونات الكالسيوم في بعض الترب الكلسية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

يوسف ، احمد فوزي حسن (1987). البيدولوجي " نشأة ومورفولوجيا وتقسيم الاراضي ". عمادة شؤون المكتبات ، كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، المملكة العربية السعودية .

Al-Busaidi, A.S. and P. Cookson (2003). Salinity – pH Relationships inCalcareous Soils. J. Agricultural Marin Sci, 8: 41-46.

Al-Kaysi, S.C. (2000). The influence of the forms of the carbonate minerals on particle size distribution of soil before and after carbonate removal. Iraqi J, of Agric, Sci. 31(2): 585-586.

Baedecker, C.E. and M.J. Baedecker. (1993). The erosion of carbonate stone. Journal of Chemical Education, 70: 104-108.

Chaudhari, S.K. and R.B. Somawanshi (2002). Effect of water quality on exchange phase-solution phase behavior of three soils. J. Plant Nutr. Soil Sci, 165: 229-234.

Drees, L.R. and L.P. Wilding. (1987). Micromorphic record and interpretation of carbonate forms in the rolling plains of Texas. Geoderma, 40: 157-175.

Hundal, L.S., and N.S. Pasricha (1993). Non exchangeable potassium release kinetics in illicit soil profiles. Soil Sci. Vol,: 156, No 1 .

Jackson, M.L. (1964). Chemical composition of soil . In: F. Bear (ed) . Chemistry of Soil, P. 71-141.

Rageb, R. (1999). Management strategies when using saline water

for crop production in the Middle East. International course for management engineers, Cairo-ACSAD.

Rezaei, M.,E. Sanz and E. Rezaei (2004). Simulation of Dissolution in Salt Water Mixing Zone of carbonate Aquifers. European Unino Project (SALTRANS), Barcelona, Spain.

Shahwan , T. A. C. Atesin , H. N, Erten and A. Zarasiz. (2002). Uptake of Ba2+ ions by natural bentonite and CaCO3 A radiotracer , EDXRF and PXRD study , J. of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 254.PP 563-568.

Sparks, D.L. (1989). Kinetics of Soil Chemical Processes. Academic Press, San Diego, CA .

Sparks, D.L. (1992). Kinetics of Soil Chemical Processes. Academic Press, Inc., England.

Sparks, D.L. (2003). Environmental soil chemistry. Second Edition, ACADEMIC PRESS .

Sparks, D.L. (1999). Soil physical chemistry. Second edition. Univ. of Delaware, CRC, Press.