تاثیر بعضی خصوصیات شیمیائی آب
برخواص فیزیکی خاک و عملکردگندم

علیرضا آستارائی*

چکیده :

به منظور بررسی اثر نسبتهای کلسیم به منیزیم (۱:۱ ، ۱:۲ ، ۱:۴ ، ۱:۶ ، ۱:۸) در آب آبیاری با دو سطح شوری ۶ و ۱۲ دسی سیمنز بر متر و نسبت جذب سدیم ۱۰ و ۵۰ بر ویژگیهای فیزیکی خاک و عملکرد گندم آزمایشی در مزرعه انجام گردید. در این آزمایش ملاحظه شد که با افزایش هدایت الکتریکی ، و نسبت جذب سدیم و همچنین کاهش نسبت کلسیم به منیزیم در آب آبیاری ، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ، نسبت جذب سدیم ، سدیم تبادلی و درصد سدیم تبادلی افزایش و کلسیم تبادلی خاک کاهش یافت . افزایش نسبت جذب سدیم در آب آبیاری منیزیم تبادلی خاک را کاهش داد ولی با افزایش شوری و غلظت منیزیم (کاهش نسبت کلسیم به منیزیم) مقدار منیزیم در خاک افزایش یافت . افزایش نسبت جذب سدیم و غلظت منیزیم در آب آبیاری موجب کاهش هدایت هیدرولیکی خاک شد ولی فروپاشی خاکدانه را افزایش داد. هدایت الکتریکی آب آبیاری بر هدایت هیدرولیکی خاک تاثیر مثبت داشت اما فروپاشی خاکدانه راکاهش داد. به ازای هر واحد افزایش غلظت منیزیم در آب آبیاری ، تغییرات در درصد سدیم تبادلی ، هدایت هیدرولیکی و

---

* عضو هیات علمی بخش خاکشناسی - گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

فروپاشی خاکدانه در خاک تشدید گردید. در حالتی که نسبت کلسیم به منیزیم از ۱:۴ به ۱:۸ کاهش یافت این تغییرات بیشتر از حالتی بودکه نسبت کلسیم به منیزیم از ۱:۱ به ۱:۴ کاهش داده شد. با افزایش غلظت منیزیم درآب آبیاری ، عملکرد گندم (دانه و کاه) کاهش یافت. در حالتی که افزایش منیزیم (نسبت کلسیم به منیزیم ۱:۸) با مقادیر بالای هدایت الکتریکی (۱۲ دسی سیمنز بر متر) و نسبت جذب سدیم (۵۰) همراه بود عملکرد محصول بیشتر کاهش یافت. در سال اول محدوده بحرانی نسبت کلسیم به منیزیم با شوری ۶ و ۱۲ دسی سیمنزبرمتر برای عملکرد دانه بترتیب برابر ۱:۴ (درصد سدیم تبادلی خاک ۲۶/۵) و ۱:۶ (درصد سدیم تبادلی ۳۰/۸) بود و درسال دوم نسبت بحرانی مذکور با مقادیر شوری فوق‌الذکر به ۱ :۸ (درصد سدیم تبادلی بیشتر از۳۰) کاهش یافت.

مقدمه :

در مناطق خشک و نیمه خشک آب زیرزمینی منبع عمده آبیاری است و اغلب علاوه بر شوری زیاد از نسبت بالای کاتیونهای یک ظرفیتی به دو ظرفیتی موسوم به نسبت جذب سدیم برخوردار می باشد. این موضوع در مقایسه با کربنات سدیم باقی مانده (RSC) از نظر سدیمی شدن آب آبیاری از اهمیت بیشتری برخوردار است . علاوه بر آن در اثر افزایش شوری و بالا بودن نسبت جذب سدیم آب ، در اکثر موارد ، نسبت منیزیم معمولا" بیشتر از کلسیم بوده که این حالت باعث افزایش غلظت منیزیم و کاهش نسبت کلسیم به منیزیم می‌گردد. میشل (۱۹۲۸) معتقد است هنگامیکه نسبت کلسیم به منیزیم از حد ۱:۴ بکذرد خطر منیزیمی شدن آب بسیار جدی است. عقاید مختلفی درباره نقش و عمل مکانیزم منیزیم در خاک وجوددارد. گروهی معتقدند که منیزیم نیز همانند کلسیم در خاک مفید است در حالیکه برخی دیگر نظر بر یکسان عمل کردن منیزیم با سدیم دارند. فلی چر و همکارانش (۱۹۸۴) اظهار داشتند که افزایش نسبت منیزیم در محلولهای مختلف سدیم - کلسیم - منیزیم با مقادیر یکسان شوری و نسبت جذب سدیم موجب افزایش سدیم می گردد. استفاده مداوم از اینگونه آبها برای آبیاری سرانجام باعث افزایش درصد سدیم تبادلی

خاک شده و اثرات سوئی بر ویژگیهای فیزیکی خاک و رشد گیاه خواهد داشت .

اهداف و روش کار :

بمنظور بررسی تاثیر نسبتهای کلسیم به منیزیم (۱:۱ ، ۱:۲ ، ۱:۴ ، ۱:۶ ، ۱:۸) با دو سطح شوری ۶ و ۱۲ دسی سیمنز بر متر و نسبت جذب سدیم ۱۰ و ۵۰ در آب آبیاری بر ویژگیهای فیزیکی خاک و عملکرد گندم آزمایشی درمزرعه برروی قطعات ۱×۱ مترانجام گردید. خاک مورد آزمایش دارای بافت لوم شنی (۱۶ درصد رس) ، pH ۸/۷ ، ECe ۱/۷ dSm^{-1} در ۲۵ درجه سانتی گراد ، درصد سدیم تبادلی ۱۰/۲ ، نسبت جذب سدیم ۶/۸ ، کربنات کلسیم ۱ درصد ، کربن آلی ۰/۲۸ درصدو هدایت هیدرولیکی خاک ۰/۹۸ Cm/hr بود. برای این منظور ۲۰ تیمار مصنوعی از طریق حل کردن نمکهای کلرور سدیم ، منیزیم وکلسیم وسولفات و بیکربنات سدیم با نسبتهای فوق‌الذکر درآب تهیه گردید. زمین زراعی به سه تکرارمساوی (درهرتکرار۲۰ کرت) تقسیم و آزمایش مزبور بااستفاده از طرح بلوکهای تصادفی (RBD) انجام گردید. بعد از یک آبیاری مقدماتی گندم واریته WL - 711 کشت شد و بعد از انجام ۵ آبیاری (هر بار ۶۰ لیتر در هر کرت) محصول کرتها برداشت گردید. کرتهای آزمایشی تا سال دوم بصورت آیش نگه داشته شدو در سال بعد از آزمایش مجددا" تکرار گردید. پس از برداشت محصول ، توزین دقیق مقدار دانه و کاه در کرتها انجا گرفت . قبل و بعد آزمایش نمونه‌برداری خاکها از عمق ۳۰ - ۰ سانتیمتری انجام شد و کمیتهایی مانند کاتیونهای محلول و تبادلی خاک ، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ، pH ، فروپاشی خاکدانه و هدایت هیدرولیکی خاک تعیین گردید(۱۵ و ۱۷) و سپس درصد سدیم تبادلی ، نسبت جذب سدیم ، نسبتهای Ca/Mg و Na/Ca+Mg در محیط تبادلی خاک محاسبه گردید.

نتایج و بحث :

خصوصیات خاک :

باتوجه به جدول شماره ۱ ملاحظه می شود که با ازدیاد شوری آب ، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در هر دو سال افزایش یافت . اصولا در مناطق خشک و نیمه خشک بدلیل بالا بودن درجه حرارت و تبخیر سطحی خاک ، آبیاری با آبهای شور (حتی باشوری اندک) در دراز مدت غلظت نمک را در خاک افزایش می دهد. افزایش هدایت الکتریکی عصاره اشباع در خاک در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش می تواند بدلیل کمبود نزولات جوی و کاهش نفوذپذیری خاک در آن سال باشد. کاهش نفوذپذیری خاک می تواند بدلیل استفاده از آب با کیفیت پائین (شور و سدیک) باشد. افزایش نسبت جذب سدیم در آب آبیاری تا حدودی غلظت نمک در عصاره اشباع خاک را افزایش داد . این موضوع در منابع علمی نیز تائید شده است (۹ و ۱۹) . با افزایش غلظت منیزیم در آب آبیاری (کاهش نسبت Ca/Mg) در همه تیمارها هدایت الکتریکی عصاره اشباع تا حدودی افزایش یافت . این موضوع می تواند بدلیل افزایش درصد سدیم تبادلی و همچنین کاهش هدایت هیدرولیکی در خاک باشد (۱۹ و ۲۰) . افزایش نسبت جذب سدیم و هدایت الکتریکی در آب آبیاری ، نسبت جذب سدیم در خاک را افزایش داد. این افزایش برای نسبت جذب سدیم در مقایسه باهدایت الکتریکی بارزتر بود (جدول شماره ۲). بوهملا و همکارانش (۲) و پالیوار و کاندی (۱۲) نیز همبستگی مثبتی رابین نسبت جذب سدیم خاک و آب آبیاری گزارش کردند . افزایش نسبت جذب سدیم و غلظت منیزیم (کاهش نسبت Ca/Mg) در آب آبیاری سبب تغییرات زیادی در pH خاک نگردید اما افزایش شوری آب آبیاری تا حدودی pH خاک را کاهش داد (جدول شماره ۱) .این موضوع احتمالا" می تواند در نتیجه کاهش هیدرولیز سدیم جذب شده باشد (۱). بطور کلی حداکثر تغییرات درصد سدیم تبادلی خاک در بالاترین مقادیر هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در آب آبیاری مشاهده شد (۱۱ و ۱۹) و هنگامیکه این مقادیر با نسبت پائین

Ca/Mg همراه بود، درصد سدیم تبادلی خاک افزایش بیشتری داشت (جدول شماره ۳). حداکثر درصد سدیم تبادلی خاک که در بالاترین مقدار هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم مشابه حاصل شد ، احتمالا" بدلیل جذب بیشتر سدیم در هدایت الکتریکی بالا بوده است (۱۶) .

با افزایش هدایت الکتریکی ، نسبت جذب سدیم و کاهش نسبت Ca/Mg در آب آبیاری ، نسبت Na/Ca+Mg در کمپلکس تبادلی خاک افزایش داشت (شکل شماره ۱) . هنگامیکه کاهش نسبت Ca/Mg در آب آبیاری با افزایش نسبت جذب سدیم و هدایت الکتریکی همراه بود، افزایش بیشتر نسبت Na/Ca+Mg درکمپلکس تبادلی خاک راباعث گردید ، این موضوع در منابع علمی نیز تائید شده است (۱۳ ، ۱۹ و ۲۰) . کلی و همکارانش (۸) نتیجه گرفتند که در صورتیکه خاک با کاتیون کلسیم اشباع شود در مقایسه با حالتی که یون غالب منیزیم باشد مقدار سدیم کمتری از محلول مورد نظرجذب خواهدگردید. با افزایش غلظت منیزیم ، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در آب آبیاری (شکل ۲) بدلیل تغییرات ایجاد شده در غلظت مطلق یونها در محلول خاک ، نسبت Ca/Mg در کمپلکس تبادلی خاک کاهش یافت (۶ و ۱۹) . در منابع علمی نیز گزارشاتی حالی از افزایش جذب منیزیم هنگامیکه خاک با آب غنی از منیزیم آبیاری گردد ارائه شده است (۲۰).

در حالیکه افزایش هدایت الکتریکی در آب آبیاری باعث کاهش فروپاشی خاکدانه شد ، افزایش نسبت جذب سدیم و غلظت منیزیم در آب آبیاری آنرا افزایش داد (شکل شماره ۳). افزایش غلظت سدیم (نسبت جذب سدیم) حتی در بالاترین مقدار هدایت الکتریکی در آب آبیاری به علت هیدرولیز سدیم سبب افزایش ضخامت لایه مضاعف شد و در نتیجه انتشار ذرات رس را افزایش داد. افزایش فروپاشی خاکدانه که ناشی از افزایش نسبت جذب سدیم و هدایت الکتریکی توام با کاهش نسبت Ca/Mg در آب آبیاری بوده است می تواند احتمالا" بدلیل بالابودن نسبت Na/Ca+Mg و کاهش نسبت Ca/Mg در کمپلکس تبادلی خاک باشد (شکل شماره ۳) . گیردهارو یادو (۶) و پانوو و آددا (۱۴) نیز گزارش کردند که افزایش درجه اشباع منیزیم خاک فروپاشی خاکدانه را افزایش داد.

با افزایش نسبت جذب سدیم و غلظت منیزیم در آب آبیاری ، هدایت هیدرولیکی خاک کاهش یافت . درصورتیکه افزایش هدایت الکتریکی در آب آبیاری سبب افزایش آن گردید (جدول شماره ۳) . حداکثر کاهش در هدایت هیدرولیکی زمانی مشاهده شد که نسبت جذب سدیم و غلظت منیزیم در آب آبیاری در بالترین مقدار خود بودند (۴ ، ۵ و ۱۹). سینک و ناریین (۱۸) ملاحظه کردند که افزایش مقدار منیزیم تبادلی سبب کاهش در نفوذپذیری خاک گردید.

به ازای هر واحد افزایش غلظت منیزیم در آب آبیاری تغییرات در درصد سدیم تبادلی ، هدایت هیدرولیکی و فروپاشی خاکدانه در خاک تشدید گردید. در حالتی که نسبت کلسیم به منیزیم از ۱:۴ به ۱:۸ کاهش یافت این تغییرات بیشتر از حالتی بود که نسبت کلسیم به منیزیم از ۱:۱ به ۱:۴ کاهش داده شد .

عملکرد ماده خشک :

عملکرد کل ماده خشک گیاه (دانه و کاه) با افزایش هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در آب آبیاری بدلیل افزایش غلظت نمک و تغییرات ایجاد شده در عناصر معدنی گیاه بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافت (شکل شماره ۴ و۵). به ازای هر واحد افزایش در هدایت الکتریکی ، کاهش عملکرد بمراتب بیشتر از مقدار آن با هر واحد افزایش نسبت جذب سدیم در آب بود. کاهش نسبت کلسیم به منیزیم در آب آبیاری عملکرد کل ماده خشک گیاه را کاهش داد(۳ و ۱۹) . در مقادیر بالای شوری (۱۲ دسی سیمنز بر متر) زمانیکه افزایش غلظت منیزیم (نسبت کلسیم به منیزیم ۱:۸) با نسبت جذب سدیم ۵۰ همراه بود کاهش عملکرد گیاه (ماده خشک) بیشتر شد . کاهش عملکرد دانه و کاه در سال دوم در مقایسه باسال اول در شرایطی که نسبت کلسیم به منیزیم ۱:۸ و هدایت الکتریکی آب آبیاری ۱۲ دسی سیمنز بر متر بود برای دانه حدود ۳۰ و برای کاه حدود ۶۰ درصد بود. و زمانیکه نسبت مذکور بانسبت جذب سدیم ۵۰ همراه بود کاهش عملکرد دانه و کاه بترتیب ۳۰ و ۵۰ درصد شد . در سال اول محدوده بحرانی نسبت کلسیم به

منیزیم با شوری ۶ و ۱۲دسی سیمنزبرمتر برای عملکرد دانه گندم بترتیب برابر ۱:۴ (ESP ۲۶/۵) و۱:۶ (ESP ۳۰/۸) بود و در موردی که نسبت جذب سدیم در آب آبیاری ۱۰ و ۵۰ بود این محدوده برابر ۱:۴ شد در حالیکه در سال دوم نسبت بحرانی مذکور بامقادیر شوری و نسبت جذب سدیم فوق الذکر به ۱:۸ (ESP> ۳۰) کاهش یافت . استفاده مجدد از بذر تولید شده در محیط شور/ قلیائی تا حدودی افزایش مقاومت دانه و بهبود در وضع ادابته شدن گیاه را در شرایط نامطلوب در برخواهد داشت (۷).

منابع مورد استفاده :

1- Astaraei, A.R.(1988) Effect of Saline irrigation water husked and huskless barley. J. Agri.Sci. Res. 30:22-28.

2- Bhumbla, D.R; Kanwar, J.S; Mahajan, K.R., and Singh. (1964) Effect of irrigation water of different sodium and salinity hazard on the growth of crop and soil. Proc. Gen. S.mp. Problem of Indian arid Zone,C.A.Z.R.I. Jodhpur,

3- Carter, M.R; Webster, G.R, and Carins, R.R.(1978) Calcium deficiency in some solonetzic soils of Alberta. J. Soil. Sci. 30-, 161-174.

4- Dane, J.H, and Klute, A.(1977) Salt effects on the hydraulic properties of swelling soil. Soil Sci. Soc. Am. J. 41,1043-1049.

5- Girdhar, I.K, and Yadav, J.S.P(1980) Effect of different Mg/Ca ratios, SAR and electrolyte concentrations in the leaching water on the dispersion and hydraulic conductivity of soils. Int.Symp. on salt affected soil. 210-218.

6- Girdhar, I.K.and Yadav, J.S.P.(1982) Role of magnesium in varying quality irrigation water in influencing soil properties and wheat crop. Agrokem. Talajt; 30, 148-157.

7- Hayward, H.E. and Wadleigh, C.H. (1949) Plant growth on saline and alkali soils-Adv. Agron. I: 1-38.

8- Kelley, W.P. Brown,S.M. and Leibig, Jr. (1940) Chemical effects of saline irrigation water on soils. Soil Sci. 49. 95-107.

9- Lal, P; and Singh, K.S(1974) A comparative study of the effect of qualities of irrigation water on different soils. J. Indian Soc. Soil Sci. 22, 19-25.

10 - Michael, A.M.(1978) Magnesium/Calcium ratio, Irrigation: Theory and Practice. 712-713.

11- Nath, J; and Chawla, K.L(1980) Quality of underground waters in semi-arid parts of Haryana and their effect on the soil properties. Trans. Isdt. and Vcds 5, 45-48.

12- Paliwal, K.V and Gandhi, A.P(1972) Quality of well water of Jaipur district. Ann, Arid Zone 11, 41-49.

13- Paliwal, K.V; and Gandhi, A.P(1976) Some relationship between quality of irrigation waters and chemical characteristics of irrigated soils of the Nagaur district Rajasthan. Geoderma . 9(3). 213-220.

14- Panov, N. P; and Adda, L.M(1972) Role of exchangeable magnesium

in the development of the solonetz process of soil formation. Izvestiya timiryazenskoi selskakhoz yaistrennoi Akademii. 2, 110-119.

15- Piper, C.S(1950) Soil & Plant Analysis, University Press, Australia.

16- Puntamkar, S.S; Kant, K; and Mathur, S.K(1988) Effect of saline Water irrigation on soil properties. Transaction of Indian Soc. of Desert Tech. No. 2, 69-72.

17- Richards,L.A(1954) Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils. Agricultural Hand Book No. 60, USA.

18- Singh, B, and Narain, P. (1980) Effect of salinity of irrigation water on wheat yield and soil properties. Indian agric. Sci. 50, 422-427.

19- Vishnoi, R.K(1985) studies on sodium adsorption ratio in irrigation water and its effect on soil properties and crop growth. Ph.D. Thesis, Agra University, Agra, India.

20 - Yadav, J.S.P, and Girdhar, I.K.(1980) The effect of different Mg/Ca ratio and sodium adsorption ratio values of leaching water on the properties of calcareous versus non-calcareous soils. Soil Sci. 131, 194-198.

جدول ۱ ـ اثر نسبت کلسیم به منیزیم، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم آب آبیاری بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع و pH خاک .

Ca/Mg * ratio (وزنی)	Ca/Mg ratio Vs. salinity (dSm^{-1})						Ca/Mg ratio Vs. SAR					
	EC_e **			pH(1:2.5)			EC_e			pH(1:2.5)		
	6	12	Mean	6	12	Mean	10	50	Mean	10	50	Mean
						سال اول						
1:1	8.7	17.3	13.0	8.7	8.5	8.6	11.8	14.2	13.0	8.6	8.5	8.6
1:2	8.8	17.5	13.2	8.6	8.4	8.5	11.8	14.5	13.2	8.5	8.5	8.5
1:4	9.1	18.0	13.5	8.6	8.4	8.5	12.2	14.8	13.5	8.5	8.5	8.5
1:6	9.3	18.3	13.8	8.6	8.3	8.5	12.5	15.0	13.8	8.6	8.4	8.5
1:8	9.6	18.9	14.3	8.5	8.3	8.4	12.8	15.7	14.3	8.5	8.3	8.4
Mean	9.1	18.0	-	8.6	8.4	-	12.2	14.8	-	8.5	8.4	-
						سال دوم						
1:1	12.5	20.1	16.3	8.5	8.3	8.3	14.2	18.3	16.3	8.4	8.3	8.3
1:2	12.8	20.2	16.5	8.5	8.2	8.3	14.4	18.6	16.5	8.4	8.2	8.3
1:4	13.2	20.5	16.9	8.4	8.1	8.2	14.8	19.0	16.9	8.3	8.2	8.2
1:6	13.6	21.0	17.3	8.3	8.1	8.2	15.0	19.6	17.3	8.3	8.1	8.2
1:8	14.2	21.8	17.9	8.2	8.0	8.1	15.6	20.1	17.9	8.2	8.0	8.1
Mean	13.3	20.7	-	8.2	8.1	-	14.8	19.1	-	8.3	8.2	-

* نسبت کلسیم به منیزیم در آب آبیاری

** هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک

جدول ۲ ـ اثر نسبت کلسیم به منیزیم، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم آب بر نسبت جذب سدیم خاک .

Ca/Mg ratio vs. Salinity (dS m⁻¹)				Ca/Mg ratio vs. SAR		
Ca/Mg* ratio (me)	SAR** 6	SAR** 12	Mean	SAR 10	SAR 50	Mean
				سال اول		
1:1	31.40	48.57	39.98	28.30	51.67	39.98
1:2	31.98	50.09	41.03	29.27	52.79	41.03
1:4	32.96	50.13	41.54	29.98	53.11	41.54
1:6	33.22	51.62	42.42	30.57	54.27	42.42
1:8	34.78	53.10	44.00	32.00	56.10	44.00
Mean	32.87	50.70		30.02	53.60	
				سال دوم		
1:1	42.04	54.46	48.25	29.10	67.40	48.25
1:2	43.12	55.40	49.26	29.72	68.82	49.26
1:4	45.41	56.01	50.71	30.51	70.91	50.71
1:6	46.34	57.24	51.79	31.38	72.20	51.79
1:8	48.55	60.54	54.54	33.10	76.00	54.54
Mean	45.09	56.73		30.78	71.10	

* نسبت کلسیم به منیزیم در آب آبیاری

** نسبت جذبی سدیم در خاک

جدول ۳ ـ اثر نسبت کلسیم به منیزیم، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم آب آبیاری بر درصد سدیم تبادلی و هدایت هیدرولیکی خاک *

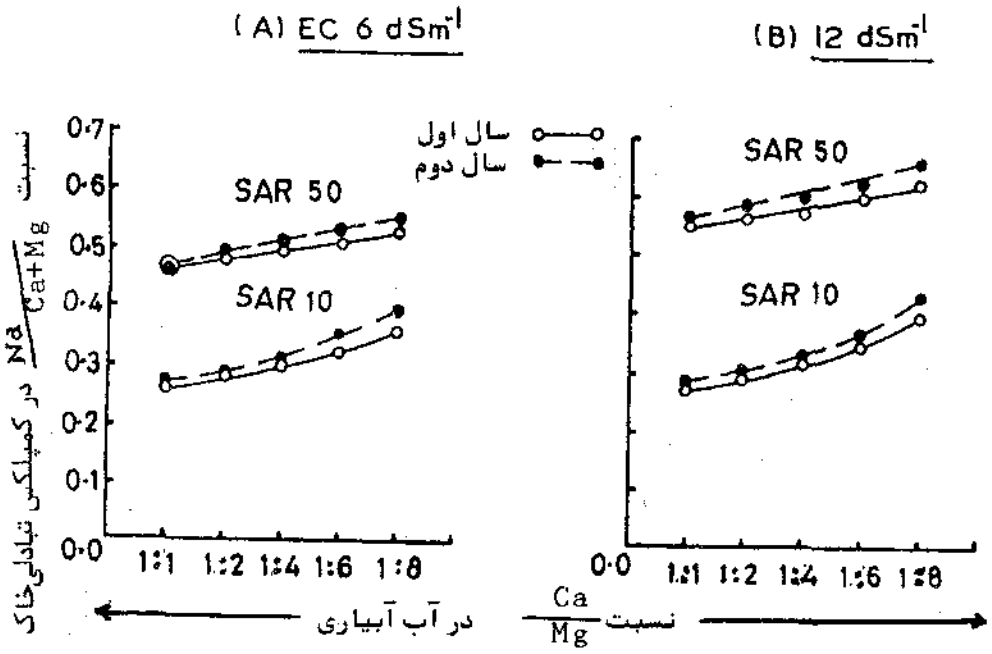
Ca/Mg ratio	Ca/Mg ratio Vs. Salinity (dSm^{-1})						Ca/Mg ratio Vs. SAR					
	ESP*			HC** (Cm/hr)			ESP			HC (Cm/hr)		
	6	12	Mean	6	12	Mean	10	50	Mean	10	50	Mean
					سال اول							
1:1	24.82	27.69	26.25	0.56	0.74	0.65	20.91	31.60	26.25	0.85	0.45	0.65
1:2	25.61	28.49	27.05	0.55	0.74	0.64	21.93	32.17	27.05	0.85	0.44	0.64
1:4	26.51	29.59	28.05	0.53	0.72	0.62	23.44	32.64	28.05	0.83	0.42	0.62
1:6	27.92	30.85	29.38	0.51	0.71	0.61	25.43	33.35	29.38	0.82	0.40	0.61
1:8	29.48	33.49	31.48	0.48	0.67	0.57	28.77	34.29	31.48	0.80	0.36	0.57
Mean	26.87	30.02	-	0.53	0.72	-	24.10	32.81	-	0.83	0.41	-
					سال دوم							
1:1	25.70	28.77	27.23	0.54	0.72	0.63	21.46	33.02	27.23	0.82	0.44	0.63
1:2	26.45	29.42	27.93	0.52	0.70	0.61	22.44	33.45	27.93	0.81	0.42	0.61
1:4	27.30	30.42	28.86	0.50	0.69	0.59	23.71	34.00	28.86	0.79	0.40	0.59
1:6	29.25	32.64	30.94	0.48	0.67	0.57	27.17	34.73	30.94	0.77	0.37	0.57
1:8	31.84	35.75	33.80	0.44	0.64	0.54	31.51	36.10	33.80	0.74	0.34	0.54
Mean	28.11	31.40	-	0.50	0.68	-	25.26	34.30	-	0.79	0.39	-

* Exchangeable sodium percentage of soil

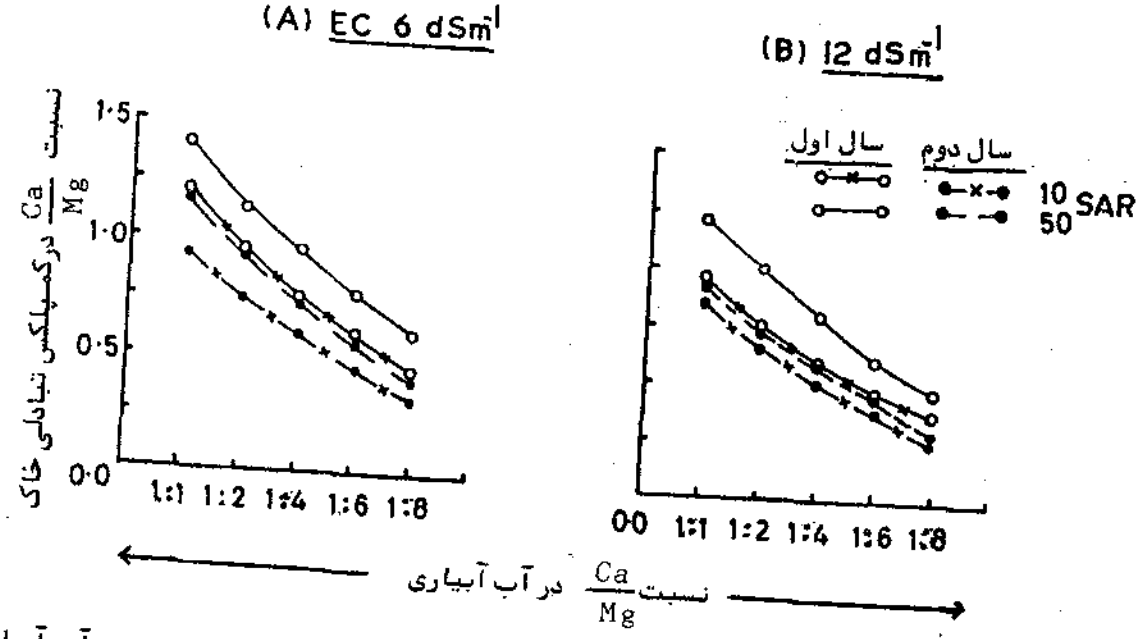
** Hydraulic conductivity of soil.

* درصدسدیم تبادلی خاک

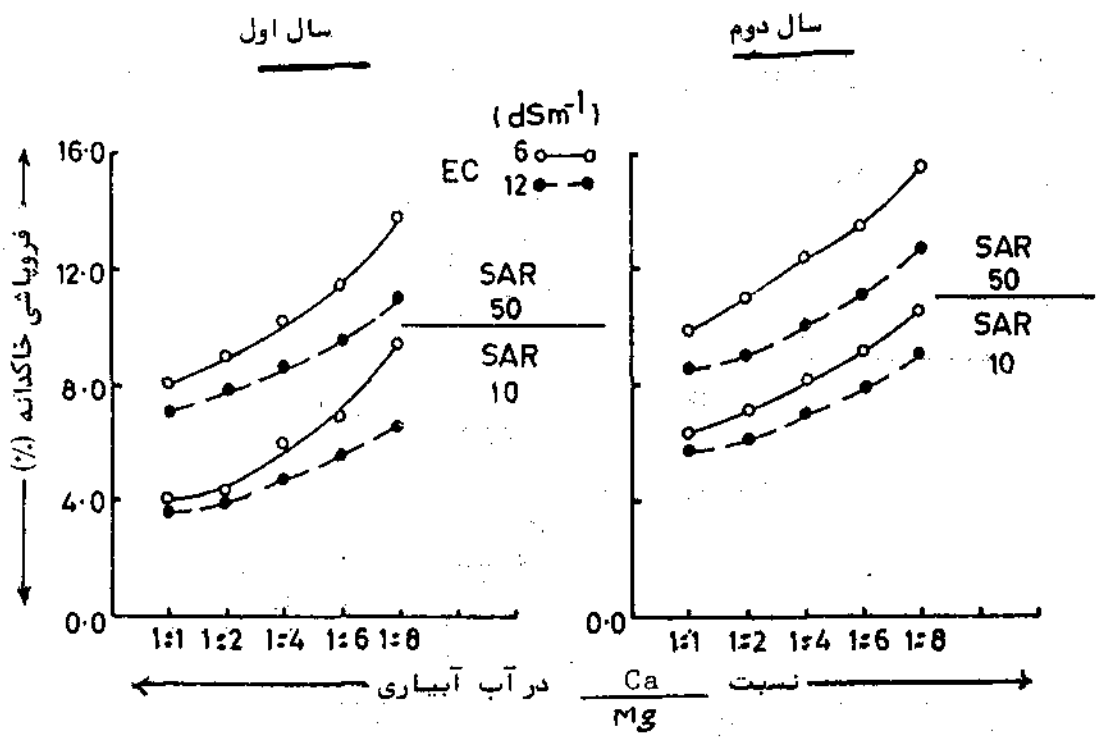
* * هدایت هیدورلیکی خاک



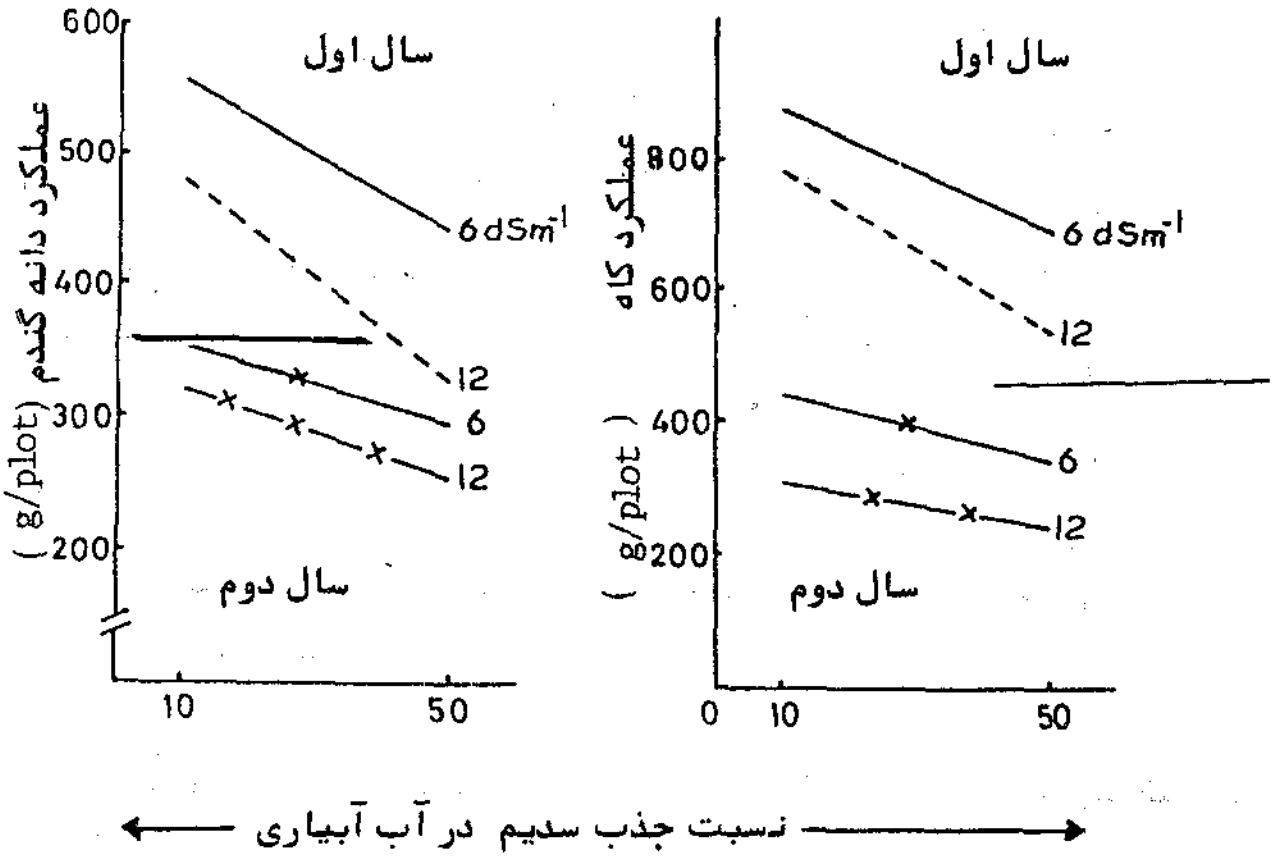
شکل ۱ ـ اثر نسبت کلسیم به منیزیم با درجات مختلف شوری و نسبت جذب سدیم در آب آبیاری بر نسبت سدیم به کلسیم + منیزیم در محیط تبادلی خاک .



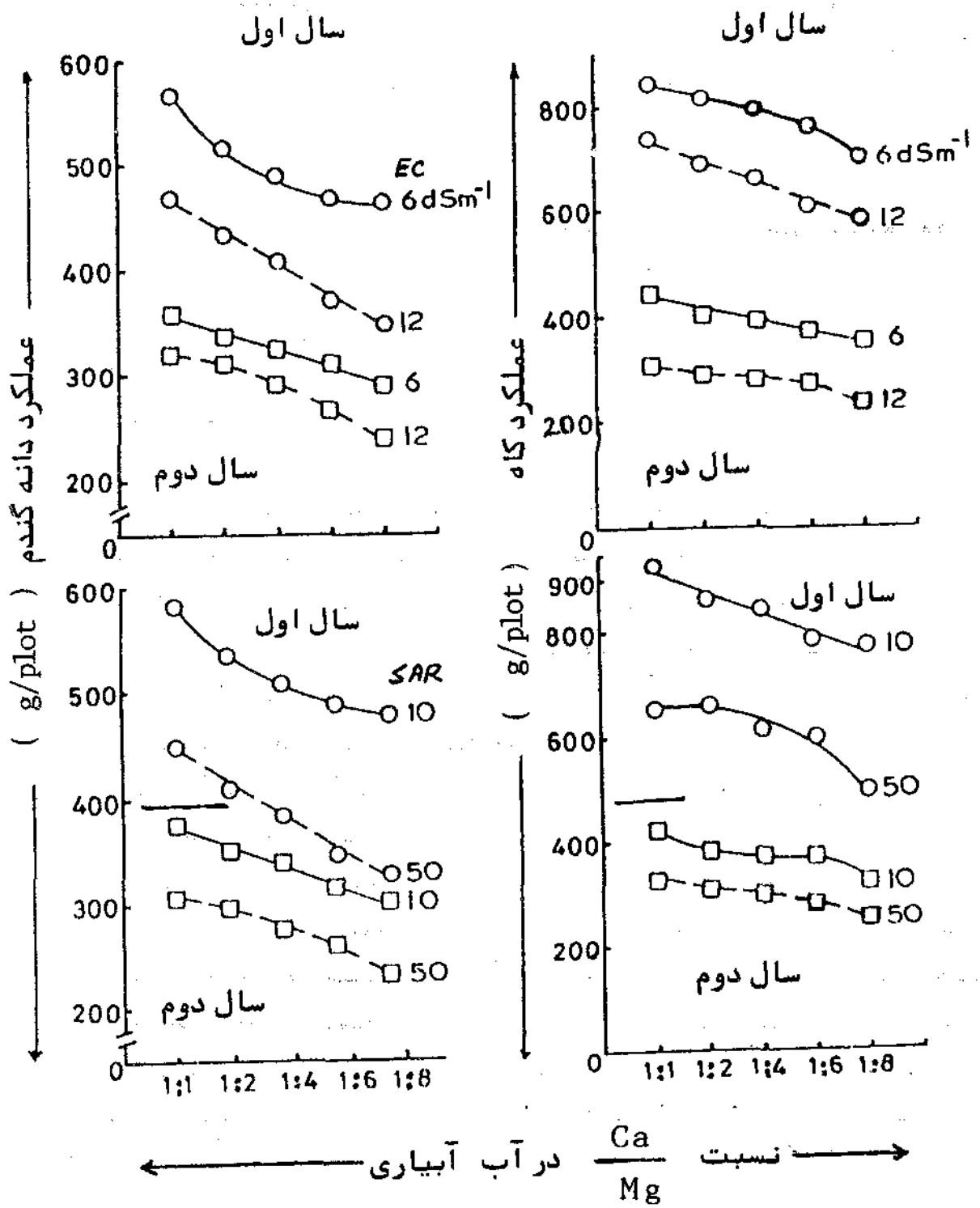
شکل ۲ ـ اثر نسبت کلسیم به منیزیم با درجات مختلف شوری و نسبت جذب سدیم در آب آبیاری بر نسبت کلسیم به منیزیم در محیط تبادلی خاک .



شکل ۳ ـ اثر نسبت کلسیم به منیزیم با درجات مختلف شوری و نسبت جذب سدیم در آب آبیاری بر فروپاشی خاکدانه .



شکل۴ : اثر شوری و نسبت جذب سدیم آب آبیاری بر عملکرد گندم (دانه و کاه)



شکل ۵ : اثر نسبت کلسیم به منیزیم با مقادیر مختلف شوری و نسبت جذب سدیم آب آبیاری برعملکرد گندم .