بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم کشاورزی
گروه خاکشناسی
(گرایش شیمی و حاصلخیزی خاک)

اثر کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید در اصلاح خاک و کاهش رواناب و فرسایش در یک نمونه خاک شور و سدیمی از حوزه آبخیز سفیدرود

از:

زهرا حیدری

اساتید راهنما:

دکترحسین اسدی

دکتر مسعود کاووسی

بهمن ۱۳۸۹

فهرست مطالب

عنوان .....صفحه

فهرست شکل‌ها ..... د

فهرست جدول‌ها ..... ذ

چکیده فارسی ..... ر

چکیده انگلیسی ..... ز

مقدمه ۱

فصل اول: کلیات و مرور منابع

۱-۱- خاک ۴

۱-۱-۱- تعریف خاک ۴

۱-۱-۲- عوامل موثر در تشکیل خاک ۴

۱-۱-۳- تراکم نمک و مبنای آن ۵

۱-۱-۴- علل پیدایش شوری-سدیمی ۶

۱-۱-۴-۱- شرایط اقلیمی ۶

۱-۱-۴-۲- آبیاری و مدیریت ۶

۱-۱-۴-۳- فشار بیرونی، تشدید خطر شور و سدیمی‌شدن ۶

۱-۱-۵- طبقه‌بندی خاک‌های شور و سدیمی ۷

۱-۱-۵-۱- خاک‌های شور ۷

۱-۱-۵-۲- خاک‌های سدیمی ۷

۱-۱-۵-۳- خاک‌های شور- سدیمی ۸

۱-۲- ویژگی‌های خاک‌های شور و سدیمی ۸
۱-۲-۱- ساختمان خاک ۹
۱-۲-۲- هدایت هیدرولیکی ۹
۱-۲-۳- سله بستن و پوسته‌ای شدن ۱۰
۱-۳- گسترش و اصلاح خاک‌های شور ۱۰
۱-۳-۱- گسترش خاک‌های شور در جهان ۱۱
۱-۳-۲- گسترش خاک‌های شور در ایران ۱۱
۱-۳-۳- اصلاح خاک‌های شور- سدیمی ۱۲
۱-۳-۴- اصلاح خاک‌های شور ۱۲
۱-۳-۵- اصلاح خاک‌های سدیمی ۱۴
۱-۴- سازندهای مارنی ۱۴
۱-۵- فرسایش خاک ۱۵
۱-۵-۱- عوامل موثر بر فرسایش آبی ۱۶
۱-۵-۲- انواع فرسایش آبی ۱۶
۱-۵-۳- روش‌های کاهش فرسایش ۱۶
۱-۵-۳-۱- آزولا و کمپوست آزولا ۱۷
۱-۵-۳-۲- پلی‌اکریل‌آمید ۱۸
۱-۶- مروری بر تحقیقات انجام شده ۱۹
۱-۶-۱- فرسایش‌پذیری مارن ۱۹
۱-۶-۲- مکانیسم شور- سدیمی شدن خاک ۱۹
۱-۶-۳- اثر مواد آلی بر خصوصیات خاک ۲۱
۱-۶-۴- مزایای استفاده از کمپوست در ترمیم خاک شور- سدیمی ۲۴

۱-۶-۵- اثر مخرب فرسایش در خاک شور- سدیمی ۲۶

۱-۶-۶- تأثیر پلی‌اکریل‌آمید بر فرسایش ۲۶

فصل دوم: مواد و روش ها

۲-۱- تشریح وضعیت عمومی و وسعت منطقه مطالعاتی ۳۰

۲-۲- انتخاب محل و نمونه‌برداری خاک ۳۰

۲-۲-۱- انتخاب محل نمونه‌برداری ۳۰

۲-۲-۲- نمونه‌برداری از خاک و آماده کردن نمونه خاک ۳۱

۲-۲-۳- آنالیز نمونه خاک ۳۱

۲-۲-۴- انتخاب مواد اصلاح کننده و تعیین تیمارهای آزمایشی ۳۱

۲-۳- آزمایش‌های فرسایش و رواناب ۳۲

۲-۳-۱- آزمایش‌های شبیه‌ساز باران ۳۲

۲-۳-۲- سینی پاشمان ۳۲

۲-۳-۳- آماده کردن نمونه‌ها و آزمایش سینی پاشمان ۳۳

۲-۴- آزمایش‌های گلدانی ۳۴

۲-۵- روش‌های اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۳۵

۲-۵-۱- تعیین pH خاک ۳۵

۲-۵-۲- اندازه‌گیری هدایت الکتریکی محلول خاک ۳۵

۲-۵-۳- اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم محلول ۳۵

۲-۵-۴- اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم محلول ۳۶

۲-۵-۵- اندازه‌گیری کربنات کلسیم معادل ۳۶

۲-۵-۶- اندازه‌گیری کربنات و بی‌کربنات ۳۷

۲-۵-۷- اندازگیری یون کلر در خاک ۳۷
۲-۵-۸- اندازه‌گیری مقدار گچ موجود در خاک ۳۸
۲-۵-۹- اندازه‌گیری ماده آلی خاک ۳۹
۲-۵-۱۰- اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی ۴۰
۲-۵-۱۱- محاسبه نسبت جذب سدیم ۴۱
۲-۵-۱۲- محاسبه درصد سدیم تبادلی ۴۱
۲-۵-۱۳- تعیین بافت خاک به روش هیدرومتر ۴۲
۲-۵-۱۴- جرم مخصوص ظاهری ۴۲
۲-۵-۱۵- پایداری و توزیع اندازه خاکدانه‌ها ۴۳
۲-۶- تجزیه آماری ۴۳

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد بررسی ۴۵
۳-۲- نتایج آزمایشات فرسایش خاک ۴۶
۳-۲-۱- تغییرات شدت رواناب با زمان ۴۶
۳-۲-۲- تغییرات غلظت رسوب و شدت فرسایش با زمان ۴۸
۳-۲-۳- تأثیر تیمارها بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده ۵۲
۳-۲-۳-۱- تأثیر تیمارها بر SAR و ESP ۵۳
۳-۲-۳-۲- تأثیر تیمارها بر شدت رواناب ۵۵
۳-۲-۳-۳- تأثیر تیمارها بر غلظت رسوب و شدت فرسایش ۵۷
۳-۳- نتایج آزمایش گلدانی ۶۱
۳-۳-۱- تأثیر تیمارها بر SAR و ESP ۶۲

۳-۳-۲-تأثیر تیمارها بر جرم مخصوص ظاهری ۶۵
۳-۳-۳- تأثیر تیمارها بر میانگین وزنی قطر خاکدانه ۶۶
۳-۴- نتیجه‌گیری کلی ۶۸
۳-۵- پیشنهادها ۷۰
منابع ۷۲

فهرست شکل‌ها

عنوان .....صفحه

شکل ۱-۱- بیان مدل صفحه‌ای آرایش کریستال رس در یک دومین رس ۲۰

شکل ۲-۱- سینی پاشمان مورد استفاده ۳۱

شکل ۳-۱- تغییرات شدت رواناب با زمان در شدت بارندگی ثابت ۴۸

شکل ۳-۲- تغییرات غلظت رسوب با زمان در شدت بارندگی ثابت ۵۱

شکل ۳-۳- تغییرات شدت فرسایش با زمان در شدت بارندگی ثابت ۵۲

شکل ۳-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست آزولا وپلی‌اکریل‌آمید بر SAR و ESP ۵۵

شکل ۳-۵- مقایسه میانگین اثر کمپوست آزولا بر میانگین شدت رواناب بعد انجام آزمایش ۵۷

شکل ۳-۶- مقایسه میانگین اثرمتقابل کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید بر غلظت رسوب و شدت فرسایش ۶۰

شکل ۳-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید بر SAR و ESP در آزمایش گلدانی ۶۵

شکل ۳-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید بر جرم مخصوص ظاهری سدر آزمایش گلدانی' ۶۶

شکل ۳-۹- مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید بر میانگین وزنی قطر خاکدانه در آزمایش گلدانی ۶۹

فهرست جدول‌ها

عنوان .....صفحه

جدول ۱-۱- پراکنش مکانی و درصد تخمینی مساحت مناطق مبتلا به شوری نسبت به مساحت کل کشور ۱۲

جدول ۲-۱- جدول منحنی استاندارد غلظت گچ ۳۹

جدول ۳-۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده ۴۷

جدول ۳-۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر ویژگی‌های اندزه‌گیری شده در آزمایش فرسایش ۵۳

جدول ۳-۳- خلاصه نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارها بر ویژگی‌های اندزه‌گیری شده در آزمایش گلدانی ۶۳

چکیده

اثر کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید در اصلاح خاک و کاهش رواناب و فرسایش در یک نمونه خاک شور و سدیمی حوزه آبخیز سفید رود در شرایط آزمایشگاهی

زهرا حیدری

در این تحقیق به منظور اصلاح یک نمونه خاک شور و سدیمی از کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید در جهت کاهش فرسایش‌پذیری استفاده شد. در این راستا، دو سری آزمایش مختلف شامل آزمایش فرسایش خاک و آزمایش گلدانی به صورت طرح آماری فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام شد. فاکتورها شامل کمپوست آزولا در چهار سطح، A_0 فاقد کمپوست آزولا، A_5، A_{10} و A_{15} به ترتیب ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار و پلی‌اکریل‌آمید در چهار سطح، P_0 فاقد پلی‌اکریل‌آمید و P_{25}، P_{50} و P_{75} که هر کدام به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار بودند. در آزمایش فرسایش، نمونه‌های خاک مورد آزمایش در داخل سینی پاشمان (به ابعاد ۳۵×۳۰) ریخته شده و پس از اشباع شدن تحت بارندگی با شدت ۹۵ میلی‌متر در ساعت قرار گرفت. بارندگی از طریق یک سیستم قطره چکانی که در ارتفاع سه متری نصب شده بود، شبیه‌سازی شد. با شروع رواناب، ضمن ثبت زمان، در فواصل زمانی مختلف تا ۴۰ دقیقه از شروع آزمایش مقدار رواناب جمع‌آوری و در نهایت شدت جریان رواناب، غلظت رسوب و شدت فرسایش محاسبه گردید. در آزمایش گلدانی، اثر تیمارها به مدت شش ماه در شرایط گلخانه تحت تر و خشک شدن بررسی شد. پس از گذشت شش ماه، SAR، جرم مخصوص ظاهری و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها تعیین گردید. نتایج نشان داد، بهترین تیمار در کاهش SAR و ESP آزمایش فرسایش، کاربرد حداقل ممکن از یکی از این مواد (۲۵ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید و یا ۵ تن در هکتار کمپوست آزولا) است. از نظر کاهش غلظت رسوب و شدت فرسایش، مصرف ۵ تن در هکتار کمپوست آزولا به تنهایی در مقایسه با سایر تیمارهای ترکیبی مناسب‌ترین می‌باشد. نتایج تأثیر تیمارها بر شدت رواناب نشان می‌دهد تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای پلی‌اکریل-آمید مشاهده نشد. نتایج آزمایش گلدانی از نظر تأثیر تیمارها بر SAR و ESP خاک، تقریباً مشابه نتایج آزمایش فرسایش بود. تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در کاهش جرم مخصوص ظاهری مشاهده نشد. درحالی‌که با افزایش سطوح کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها افزایش یافت.

واژه های کلیدی: مارن، رواناب، شبیه‌ساز باران، غلظت رسوب، SAR، ماده آلی.

Abstract:

Effect of azolla compost and polyacrilamide in reduce runoff and soil erosion in a saline sodic soil sample. in Sefidrood River watershed on laboratory conditions

Heydari Zahra

In this study, reclamation of a saline- sodic soil sample was investigated to reduce erosion using azolla compost and polyacrilamide (PAM). Two series of test including a soil erosion test and a pot test were carried out to study the effect of treatments. Both tests performed according to a factorial design of completely randomized with three replications. The factors were, azola compost in four rates (A_0, A_5, A_{10} and A_{15} with the rates of 0, 5, 10 and 15 ton per hectare, respectively) and PAM in four levels (P_0, P_{25}, P_{50} and P_{75} with the rates of 0, 25, 50 and 75 kg per hectare, respectively). Soil samples were pocked in to a 30×35 cm drainable detachment tray, and subjected to 40 minutes rainfall rate of 95 mm h^{-1} after 24 hour saturation from the bottom. Runoff rate and sediment concentration were measured during the experiments at different intervals. Rainfall was simulated using a drop maker rainfall simulator located three meters above the tray. In pot experiment, 48 pots containing soil treated by polyacrilamid and azolla compost were subjected to wetting and drying for six months under greenhouse condition. Results showed that the best treatment in reducing SAR and ESP of soil erosion test was the application of one of these materials (25 kg per hectare PAM, or 5 tons per hectare azolla compost). In the case of decrease of sediment concentration and erosion intensity, consuming of just 5 tons per hectare azolla compost was more effective than other combined treatments. Based on results there are no significant difference between PAM treatments in run off intensity. Obtained results of treatment effect on SAR and ESP of pot experiment and those of erosion test were the same. Moreover, it did not show any significant difference in reducing bulk density between treatments, while increasing the levels of azolla compost and polyacrilamid led to increasing in average weighted diameter.

Key words: Marl, Runoff, Rainfall simulator, Sediment concentration, SAR, Organic matter

مقدمه

خاک در حقیقت حساس‌ترین و مهم‌ترین بخش حیاتی کره‌ی زمین است. قشر خاکی زمین بستر رویش و مصدر رشد گیاهی است [رامشت و سیف، ۱۳۷۹]. هر کشور و جامعه‌ای که دارای منبع خاک حاصلخیز، غنی و فراوان باشد و از آن به بهترین و مناسب‌ترین وجه، بهره‌برداری کند، ثبات، قدرت، رفاه، امنیت و پایداری آن تضمین شده است. خاک بستر کشاورزی است و بهره‌وری کشاورزی و تولید مواد غذایی رابطه تنگاتنگی با کیفیت و کمیت خاک سطحی اراضی زراعی دارد، که هر دو آن‌ها در اثر فرسایش کاهش می‌یابد [کریمی و همکاران، ۱۳۸۴].

هیچ پدیده‌ی خاکی در مقیاس جهانی مخرب‌تر از فرسایش ناشی از آب و باد نیست. از روزگاران ما قبل تاریخ بشر زخم تازیانه فرسایش خاک را بر پیکر خود به همراه داشته و از پیامدهای آن یعنی سوء تغذیه و گرسنگی رنج می‌برد [شاهویی، ۱۳۸۵]. در یک برهه زمانی کوتاه شاید پدیده فرسایش چندان چشمگیر و محسوس نباشد و در تولید کشاورزی چندان بازتاب نداشته باشد، ولی در یک فاصله زمانی دراز مدت تأثیر سوء فرسایش در کاهش محصول، اجتناب‌ناپذیر شده و گاهی نیز درمان‌ناپذیر می‌شود. هر سال میلیون‌ها تن خاک از سطح حوزه‌های آبخیز به وسیله آب جابه‌جا می‌شود. پدیده فرسایش آبی تولید محصولات کشاورزی را در طی قرن بیستم تا ۱۷ درصد کاهش داده است. فرسایش خاک همچنین منجر به هدر رفت مواد غذایی و به هم خوردن ساختمان خاک می‌شود. بعلاوه فرسایش خاک با ایجاد رسوب مواد در آبراهه‌ها سبب انسداد آن‌ها شده و با پرکردن مخازن سدها، ظرفیت ذخیره و در نتیجه عمر آن‌ها را کاهش می‌دهد [رفاهی، ۱۳۸۵].

به طور کلی فرسایش خاک فرایندی است که طی آن ذرات و اجزاء خاک از بستر اصلی خود جدا شده و توسط یک عامل انتقال دهنده به مکان دیگری حمل می‌شود [رفاهی، ۱۳۸۵]. هم اکنون جدا از مسئله تخریب زمین، تعامل مستقیم بین فرسایش و شوری در سراسر جهان دیده می‌شود [قدیری، ۲۰۰۷]. یکی از عوامل عمده‌ی مؤثر بر فرسایش خاک، فرسایش‌پذیری آن است. فرسایش‌پذیری خاک، سهولت جداشدن ذرات خاک بر اثر ضربه قطرات باران و انتقال آن‌ها توسط رواناب را نشان می‌دهد. فرسایش‌پذیری خاک به بافت، ساختمان، مقدار ماده آلی و نفوذپذیری نیمرخ خاک بستگی دارد [رفاهی، ۱۳۸۵].

با افزایش نسبت جذب سدیم(SAR)، نسبت سدیم به کلسیم و منیزیم افزایش یافته است از آن‌جاکه سدیم سبب پخشیدگی خاکدانه‌ها و آماس خاک می‌گردد، افزایش آن مقدار نفوذ را کاهش و رسوبدهی را افزایش می‌دهد. افزایش هدایت الکتریکی

خاک(Ec)، نیز موجب تبلور و سست شدن خاکدانه‌ها و پراکنده شدن آن‌ها می‌گردد. پراکندگی ذرات خاک و آماس هر دو موجب وضعیت نامناسب فیزیکی خاک (بسته شدن خلل و فرج خاک و کاهش نفوذپذیری) شده و میزان فرسایش‌پذیری و تولید رسوب را افزایش می‌دهد [حسن‌زاده نفوتی و همکاران، ۱۳۸۷].

شور شدن خاک یکی از عوامل مهم کاهش محصولات کشاورزی است. شور شدن خاک نتیجه بالا بودن تبخیر بالقوه رطوبت از سطح خاک نسبت به میزان نزولات سالیانه در مناطق خشک، از جمله کشور ما است. ایران دارای ۱۳ درصد منطقه خشک، ۶۱ درصد نیمه خشک، ۱۷ درصد نیمه مرطوب، هشت درصد نیمه مرطوب مایل به مرطوب و یک درصد مرطوب می‌باشد. [همتی و محمودی، ۱۳۸۴]. بر اساس غلظت نمک‌های محلول و غلظت یون سدیم بر روی کمپلکس تبادلی خاک، خاک‌هایی را که تحت تأثیر شوری قرار دارند، به ۳ گروه خاک شور، خاک سدیمی و خاک شور و سدیمی تقسیم نمودند [همتی و محمودی، ۱۳۸۴].

حوزه آبخیز سفید رود به عنوان یکی از حوزه‌های آبخیز بزرگ کشور با وسعتی حدود ۵/۶ میلیون هکتار در محدوده پنج استان کشور قرار گرفته است. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که ۹۰ درصد حوزه آبخیز سفیدرود از سنگ‌های مقاوم به فرسایش تشکیل شده که فقط دو درصد تولید رسوب می‌کنند، در صورتی که پنج درصد حوزه از سازن مارن میوسن است که مساحتی حدود ۲۸۰ هزار هکتار را در بر می‌گیرد و ۵۷ درصد رسوب حوضه را تولید می‌کند [منصوری فلاح راد، ۱۳۶۹]. گفتنی است که صرف نظر از رسوب‌زایی زیاد عرصه‌های مارنی (اراضی بدخیم)،گسترش آن‌ها معضل دیگری است که بیابانی شدن حوزه‌های آبخیز و کاهش توان تولید را در پی دارد [منصوری فلاح راد، ۱۳۶۹].

با توجه به پتانسیل بالا وقوع رخدادهای فرسایشی ، شناخت مارن‌ها از دیدگاه کانی‌شناسی و شیمیایی ضروری است، که منجر به شناسایی عوامل مؤثر بر فرسایش‌پذیری مارن‌ها شده ومی‌توان در جهت اصلاح و بهبود این اراضی به منظور کاهش فرسایش و تولید رسوب اقدام نمود [حسن‌زاده نفوتی و همکاران، ۱۳۸۷].

در مطالعه حاضر امکان اصلاح شیمیایی و بهبود فیزیکی یک نمونه خاک شور و سدیمی از حوزه آبخیز سفیدرود (مارن جنوب استان گیلان) با استفاده از کمپوست آزولا و پلی‌اکریل‌آمید بررسی شده وتأثیر این مواد در کاهش رواناب و فرسایش در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از شبیه‌سازی باران ارزیابی شده است.

فصل اول

کلیات و مرور منابع

۱ -۱- خاک

۱-۱-۱- تعریف خاک

خاک عبارت است از مجموعه مواد طبیعی بر روی سطح زمین که نگهدارنده و یا بستر رویش گیاه بوده و به دلیل تأثیر عوامل آب و هوایی و موجودات زنده (عامل‌های فعال عالی)، روی مواد مادری (عامل‌های انفعالی)، تحت شرایط پستی و بلندی متفاوت و در خلال زمان‌های گوناگون دارای ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی گوناگون می‌باشد. به بیان ساده‌تر خاک یک جسم سه بعدی دارای ویژگی‌های دینامیک (در حال تغییر) است [باقر نژاد، ۱۳۸۱].

یک خاک حاصل فرایندهای تخریبی و تکوینی (بازساخت) می‌باشد. هوادیدگی سنگ مادر، تجزیه میکروبی پسماندهای گیاهی مثال‌های از فرایندهای تخریبی بوده در حالی‌که ایجاد کانی و ترکیبات پایدار آلی مانند هوموس از فرایندهای بازساخت می‌باشد [شاهویی، ۱۳۸۵].

در شرایط اقلیمی کشور ما، خاک منبعی ارزشمند و ثروتی تجدیدناپذیر محسوب می‌گردد. به هم خوردن تعادل طبیعی در عرصه‌ها نه‌تنها موجب خشکی و بیابانی‌شدن سرزمین می‌گردد، بلکه خصوصیات پایدار و متغییر لایه‌های زیست کره زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد [رامشت و سیف، ۱۳۷۹].

۱-۱-۲- عوامل موثر در تشکیل خاک

ینی[1] تشکیل خاک‌های گوناگون را تابع تأثیر پنج عامل دانست و برای آن فرمولی ارائه کرد. ولی با بررسی‌های بیشتر فرمول نخستین را تکمیل کرد و وابستگی‌های اکوسیستم، که خاک بخشی از آن را در بر می‌گیرد، به نام فرمول Clort به صورت زیر ارائه کرد [باقری‌نژاد، ۱۳۸۱]:

$$i, v, a, s = F(cl, o, r, p, t, \ldots) \qquad (۱-۱)$$

در این فرمول عوامل مستقل در سمت راست معادله و عوامل وابسته در سمت چپ معادله نوشته شده‌اند. عوامل مستقل عبارتند از:

آب و هوا (CL)، جانداران (O)، توپوگرافی(R)، مواد مادری (P) و زمان (t) است

متغیرهای وابسته عبارتند از:

1. Jenny

i : هرگونه ویژگی در زمان مشاهده کل اکوسیستم مانند مقدار کربن،

v : هرگونه ویژگی گیاهی مثل بیوماس،

a : هرگونه ویژگی جانوری،

s : هرگونه ویژگی خاک مانند pH

در ضمن به این نکته باید توجه داشت که این عوامل مستقل، نقش اساسی و عمده را در تشکیل خاک ایفا می‌کنند و برحسب آن‌که کدام‌یک از عوامل حاکمیت بیشتری داشته باشند، روند تکاملی خاک دستخوش تغییر خواهد شد. در حقیقت ماهیت خاک تابعی از پنج عامل فوق است که گاه یکی از آن‌ها ثابت و دیگر عوامل متغییرهای آن محسوب می‌شود [رامشت و سیف، ۱۳۷۹].

۱-۱-۳- تراکم نمک و مبنای آن

شوره‌زاری یا نمکی‌شدن زمین‌ها، عبارت از جمع‌شدن مقدار معینی از نمک محلول در قشر سطحی زمین است که در اثر آن قشر خاکی صلاحیت خود را به عنوان محل رشد و نمو گیاه از دست می‌دهد [جعفری، ۱۳۷۹]. نمک به طور طبیعی در بعضی از خاک‌های سطحی مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل نبود بارندگی کافی برای آبشویی آن‌ها از افق‌ها بالایی تجمع می‌یابد. منبع اصلی املاح در خاک، مینرال‌های اولیه در پوسته زمین است که تدریجاً آزاد می‌شوند و در طی هوازدگی شیمیایی انحلال حاصل می‌کنند. در برخی نواحی، املاح از مناطق مرطوب از طریق آب سطحی و زیر زمینی به مناطق خشک و نیمه خشک حمل می گردند. این نمک‌ها ممکن است به وسیله حرکت موئینگی که ناشی از سرعت تبخیر زیاد به طرف سطح حرکت کنند.

یون‌های غالب در محل هوادیدگی، کربنات‌ها، بی‌کربنات‌ها، سولفات‌ها و کلریدهای کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم هستند. اغلب چنین نمک‌هایی با جریان آب به طرف پایین حرکت می‌کنند، آن‌هائی که قابلیت انحلال‌شان کم است رسوب می‌نمایند، در حالی که بقیه نمک‌ها در طی فرایندهای تبادل جذب سطحی و تحرک، تغییرات بیشتری می‌یابند. نتیجه نهائی این است که بعضی از نمک‌های کلسیم و منیزیم انتقال یافته و یون‌های کلرید و سدیم در غلظت بالا باقی می‌مانند [معز اردلان و ثواقبی، ۱۳۸۱]. سایر منابع موضعی، اما مهم عبارت از رسوبات فسیلی نمک‌های به جا گذاشته در کف دریاچه‌ها و یا دریاهای قدیمی از بین رفته، و یا منابع زیرزمینی آب شور طی دوران زمین‌شناسی هستند. این نمک‌های فسیلی می‌توانند در آب زیرزمینی حل شده و به طور افقی در روی لایه‌ی غیرقابل نفوذ زیرین حرکت کرده و نهایتاً به سطح خاک آمده و نهشته‌های شور را به وجود آوردند. آب سپس تبخیر شده و نمک‌ها را در جای خود و یا در نزدیکی سطح به جا می‌گذارند [شاهویی، ۱۳۸۵].

به طور کلی از عواملی که منجر به ایجاد غلظت املاح محلول در یک خاک می‌شود می‌توان به تخریب مینرال‌ها، نمک‌های فسیلی، نزولات آسمانی، آب سطحی و زیرزمینی و فعالیت‌های انسانی اشاره کرد [همتی و محمودی، ۱۳۸۴].

۱-۱-۴- علل پیدایش شوری-سدیمی

۱-۱-۴-۱- شرایط اقلیمی

شور و سدیمی شدن ممکن است در کشورهای مختلف بر طبق شرایط آب و هوایی متفاوت، منشاء گوناگونی داشته باشد. در نواحی خشک بارندگی ناگهانی، ناپایدار و بسیار کم با پتانسیل بالای تبخیر و تعرق در توازن بین آب و شوری مؤثر است. در هوایی با رطوبت کم، درجه حرارت زیاد و سرعت بالای باد حرکت روبه‌بالای نمک و در پی آن رسوب نمک در سطح خاک افزایش می‌یابد. به دنبال این فرایند، انواع گوناگون از نمک سدیم، منیزیم و کلسیم به صورت سولفات و کلرید در سطح تجمع می‌یابد. در نواحی نیمه خشک، نمک‌ها کمتر تجمع یافته و سدیم به صورت کربنات و بی‌کربنات غالب است، که باعث تشکیل خاک‌های سدیمی می‌شود. فرایند سدیمی شدن شامل وجود نمک سدیم در محلول خاک و جذب آن در مکان‌های تبادلی است [کرسسیمنو[1] و همکاران، ۲۰۰۴].

۱-۱-۴-۲- آبیاری و مدیریت

مدیریت ضعیف آب و خاک شامل کاربرد آب ناکافی، آبیاری با آب شورسدیمی و آب نامناسب کشاورزی به عنوان محرک اصلی شور- سدیمی شدن در طرح‌های متعدد شوری شناسایی شده‌اند. تجزیه و تحلیل وضعیت برخی کشورهای اروپایی، شناسایی عوامل محرک مشترک در شور-سدیمی شدن را ممکن ساخته است. افزایش تقاضا آبیاری، آب آبیاری بی‌کیفیت، مدیریت نامناسب آبیاری، سیستم زهکشی ضعیف، افزایش کاربرد آب شور و فاضلاب، بهره‌وری بیش از حد آب زیر زمینی و نفوذ به نواحی ساحلی را می‌توان نام برد [کرسسیمنو و همکاران، ۲۰۰۴].

۱-۱-۴-۳- فشار بیرونی، تشدید خطر شور و سدیمی شدن

فشارهای بیرونی مشترک در کشورهای داخلی و خارجی اروپا (استرالیا، مکزیک، آرژانتین و ایران)، شرایط آب و هوایی مشخص شده (افزایش درجه حرارت و تبخیرو تعرق)، همراه با فصل خشک در طول مدتی که آبیاری در جهت نگه‌داشتن سطوح

1. Crescimanno

قابل قبول عملکرد محصول لازم است، بارندگی نامنظم، استفاده شدید از خاک، افزایش مناطق آبیاری شده و افزایش مصرف آب های با کیفیت پایین، تشدید کننده فرایند شور وسدیمی شدن هستند [کرسسیمنو و همکاران، ۲۰۰۴].

۱-۱-۵- طبقه‌بندی خاک‌های شور- سدیمی

بر مبنای خصوصیات هدایت الکتریکی (EC) عصاره اشباع، نسبت جذب سدیم (SAR) و درصد سدیم تبادلی (ESP)، خاک‌های مبتلا به نمک به خاک‌های شور، خاک‌های شور و سدیمی و خاک‌های سدیمی تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱-۱-۵-۱- خاک‌های شور

فرایند طبیعی که منجر به تجمع نمک‌های محلول خنثی می‌گردد، شور شدن نامیده می‌شود [شاهویی، ۱۳۸۵]. در تعریف دیگر فزونی غلظت املاح در محلول خاک به نحوی که محیط را برای رشد گیاه نامناسب سازد، به شور شدن خاک معروف است. زمانی که غلظت املاح خاک بیش از سه درصد حجم کل خاک را تشکیل دهد، محیط برای رشد اکثر گیاهان زراعی نامناسب می‌گردد. در مناطق خشک و نیمه خشک که مقدار نزولات سالیانه آسمانی کمتر از ۵۰۰ میلی‌متر است. رسیدن به این غلظت حتمی است [همتی و محمودی، ۱۳۸۴].

مشخصات شیمیایی این خاک‌ها عبارتند از هدایت الکتریکی (EC) بیش از ۴ دسی‌زیمنس بر متر ($dS\ m^{-1}$)، نسبت جذب سدیم (SAR) کمتر از ۱۳، درصد سدیم قابل تبادل (ESP) کمتر از ۱۵ و pH عصاره اشباع کمتر از ۸/۵ می باشد. اغلب، رسوب این نمک‌ها بر روی سطح، ظاهری سفید رنگ به خاک می‌دهد. چنین خاک‌های خاک‌های قلیایی سفید نامیده می‌شوند. این خاک‌ها معادل خاک سولنچاک در طبقه‌بندی روسی هستند [معز اردلان و ثواقبی، ۱۳۸۱].

۱-۱-۵-۲- خاک‌های سدیمی

خاک‌های سدیمی، مسأله‌دارترین خاک‌های مبتلا به نمک می‌باشند. این خاک‌ها دارای مقادیر زیادی از املاح سدیم هستند، به طوری که pH عصاره اشباع، بیش از ۸/۵ است. EC این خاک‌ها کمتر از $4\ dS\ m^{-1}$، نسبت جذب سدیم (SAR) بیش از ۱۳، و درصد سدیم قابل تبادل (ESP) بیش از ۱۵می‌باشد. غلظت سدیم در این خاک‌ها می‌تواند خیلی بالا باشد [معز اردلان و ثواقبی، ۱۳۸۱]. در فرهنگ روسی به این خاک‌ها سولنتز اطلاق می‌شود و محققان آمریکایی واژه قلیایی سیاه را به آن‌ها اطلاق کرده‌اند. دلیل صفت سیاه، حل شدن مواد آلی و متعاقب آن هوادیده شدن این مواد در سطح خاک بر اثر تبخیر آب می‌باشدکه نهایتاً منجر به تیره شدن سطح خاک می‌شود [افیونی، ۱۳۸۴].

۱-۱-۵-۳- خاک‌های شور- سدیمی

این خاک‌ها ویژگی خاک‌های شور و سدیمی را با هم دارند. در حالی‌که pH خاک کمتر از ۸٫۵ می‌باشد، هدایت الکتریکی (EC) ممکن است بیشتر از $4\ dS\ m^{-1}$، نسبت جذب سدیم (SAR) بیش از ۱۳ و درصد سدیم قابل تبادل (ESP) بیش از ۱۵ باشد [معز اردلان و ثواقبی، ۱۳۸۱].

۱-۲- ویژگی خاک‌های شور- سدیمی

این خاک‌ها دارای خصوصیات حدواسط در بین خاک‌های شور و سدیمی می‌باشند، همانند خاک‌های شور دارای مقادیر قابل توجهی از نمک‌های قابل انحلال خنثی هستند، به گونه‌ای که هدایت الکتریکی (EC) بالاتر از $4\ dS\ m^{-1}$ است. این خاک‌ها، همان‌طور که بیان شد، دارای ESP بالاتر از ۱۵و SAR حداقل ۱۳ هستند. رشد گیاهان می‌تواند به طور منفی تحت تأثیر زیادی نمک‌ها و میزان سدیم قرار بگیرد.

شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شور و سدیمی نسبتاً شبیه خاک‌های شور است. این به خاطر تأثیرات متعادل کننده نمک های خنثی می‌باشد. این نمک‌ها سبب ارائه کاتیون‌های زیادی هستند که در نزدیکی بارهای منفی ذرات کلوییدحرکت می‌کنند بنابراین، تمایل کلوییدها را برای دفع یکدیگر و یا پراکنش کاهش می‌دهند. نمک‌ها سبب می‌شوند که ذرات کلوییدی با یکدیگر در تشکیل خاکدانه‌ها شرکت داشته باشند. متأسفانه، این وضعیت در صورت آبشویی نمک‌ها از خاک در معرض تغییر سریع قرار می‌گیرد، به خصوص اگر آب مورد مصرف برای آبشویی نمک‌ها، حاوی یون Na زیاد و یا به عبارتی دارای SAR بالا باشد. بنابراین میزان سدیم قابل تبادل و همچنین pH خاک افزایش می‌یابد (بالاتر از ۸/۵). از آن‌جا که یون‌های Na در سطح ذرات کلوییدبسیار نزدیک جذب نشده‌اند، بار منفی خالص ذرات کلوییدی سبب دفع ذرات به وسیله همدیگر، و پراکندگی آن‌ها، و بنابراین تخریب خاکدانه‌ها می‌شود. کلوییدهای پراکنده شده در حین حرکت به طرف پایین خاکرخ منافذ خاک را مسدود کرده، نفوذ آب در خاک کاهش یافته، و شرایط گلخرابی که ویژگی خاک‌های سدیمی است، ظاهر می‌شود [شاهویی، ۱۳۸۵].

اگرچه شوری محلول خاک اثر مثبتی در خاکدانه‌سازی دارد اما در سطوح بالا می‌تواند با کاهش توانایی ریشه گیاه در جذب آب، اثر منفی بر عملکرد گیاه داشته باشد. کاهش دسترسی گیاه به آب به علت مولکول و یون‌های محلول است که در فشار اسمزی