دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی
گروه بیابان

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
در رشته مدیریت مناطق بیابانی

بررسی تاثیر کشت ویژه گیاهان مناطق خشک بر روند بهسازی یک نمونه خاک شور و قلیایی در شرایط گلخانه‌ای

استادان راهنما
دکترمحمد علی حکیم زاده
دکترحمید سودائی زاده

نگارش
الهام کارگر

مهر ۱۳۹۱

چکیده

بخش قابل توجهی از ایران به خصوص مناطق خشک و نیمه‌خشک را خاکهای سدیمی و شور و سدیمی که خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیو لوژیکی مناسبی جهت تولید محصول ندارند و توان تولید محصول نیز در آنها کم می باشد، تشکیل می‌دهند. استفاده از مواد اصلاح کننده با منبع کلسیم که موجب جایگزینی با سدیم می شود در بهبود این گونه خاکها موفقیت آمیز خواهد بود. هدف از این تحقیق کارایی عملیات اصلاحی در بهبود شرایط خاک و عکس العمل دو رقم گیاه جو به این روش های اصلاحی می باشد. بدین منظور ابتدا خاک مورد نظر از ایستگاه تحقیقات بیابان-زدایی شهید صدوقی جمع آوری شده و مشخصات آن در آزمایشگاه اندازه‌گیری گردید. روش‌های اصلاحی شامل آبشویی، گچ یک درصد و گچ دو درصد توام با کشت و یا بدون کشت گیاه، تیمارهای آزمایش را تشکیل داده که بر اساس طرح کاملا تصادفی و با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. دو رقم جو شامل ارقام پنج شوری و افضل جهت بررسی نقش گیاه در روند بهسازی خصوصیات خاک در نظر گرفته شدند. پس از طی مدت زمان لازم جهت اصلاح خاک، بذر دو رقم جو بر اساس نقشه طرح، در داخل خاک‌های مورد نظر کشت شده و عکس العمل گیاه نسبت به اصلاح کننده‌های مختلف خاک بررسی گردید. در حین و پس از انجام آزمایش صفاتی از قبیل EC، SAR ، pH خاک ، ارتفاع و وزن تر گیاه اندازه‌گیری شد. داده های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SPSS و به روش تجزیه‌ی واریانس یک طرفه تجزیه شدند. میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. نتایج نشان داد، تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان شوری و نسبت جذب سدیم در سطح یک درصد معنی دار می-باشد. در مورد تاثیر تیمارهای مورد بررسی بر روی اسیدیته خاک (pH) این نتیجه بدست آمد که بین تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد. با توجه به اینکه خاک اولیه از pH خیلی بالایی برخوردار نبود این امر منطقی به نظر می‌رسد. همه‌ی تیمارهای اصلاحی،

شوری خاک را نسبت به خاک اولیه (شاهد) به میزان چشمگیری کاهش دادند و بین روش های اصلاحی، تفاوتی از نظر EC مشاهده نشد. افزودن گچ و اعمال آبشویی باعث کاهش چشمگیر SAR خاک نسبت به خاک اولیه (شاهد) می‌گردد. همچنین افزودن گچ همراه با کاشت گیاه تاثیر بیشتری در کاهش SAR به همراه دارد. یافته‌های تحقیق بیانگر آن است که بین روش های اصلاحی از نظر وزن تر گیاه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. به طور کلی نتایج تحقیق نشان می-دهد کاربرد روش‌های اصلاحی به کار رفته در این مطالعه، EC و SAR خاک را نسبت به خاک اولیه (شاهد) به میزان چشمگیری کاهش داد. اما به دلیل اینکه میزان این دو پارامتر، به حد مطلوب رشد جو نرسید بر روی وزن جو اثر معنی داری را نشان نداد.

کلمات کلیدی: جو، گچ، آبشویی، SAR ، pH ، اصلاح خاک

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- اهداف تحقیق ۴

۱-۳- فرضیات تحقیق ۵

۱-۴- کلیات ۶

۱-۴-۱- خاک های مبتلا به نمک ۶

۱-۴- ۲- منابع مهم املاح خاک ۶

۱-۴-۲-۱- تخریب کانیها ۷

۱-۴-۲-۲- نمکهای فسیلی ۷

۱-۴-۲-۳- نمکهای جوی ۸

۱-۴-۳- خاکهای شور ۹

۱-۴-۴- خاک های سدیمی ۱۰

۱-۴-۴-۱- تولید محصول در خاکهای سدیمی ۱۲

۱-۴-۵- خاکهای شور و سدیمی ۱۲

۱-۴-۵-۱- شاخصهای تعیین شوری و سدیمی بودن خاک ۱۴

۱-۴-۵-۱-۱- غلظت نمک ۱۴

۱-۴-۵-۱-۲- وضعیت سدیم ۱۵

۱-۴-۵-۱-۳- اسیدیته خاک (pH) ۱۵

۱-۴-۶- اصلاح خاک ۱۵

۱-۴-۶-۱- اصلاح خاک های شور ۱۶

۱-۴-۶-۱- ۱- برداشت املاح از سطح ۱۷

۱-۴-۶-۱- ۲- شستشو با یک جریان ناگهانی آب ۱۷
۱-۴-۶-۱- ۳- آبشویی ۱۷
۱-۴-۶-۱- ۴- زهکشی ۱۸
۱-۴-۶-۲- اصلاح خاکهای غیر شور سدیم دار ۱۹
۱-۴-۶-۳- اصلاح خاک های شورسدیم دار ۱۹
۱-۴-۷- اصلاح کننده‌های خاک و آب ۲۰
۱-۴-۷-۱- گچ ۲۱
۱-۴-۸- اثر کشت گیاهان در اصلاح خاکها ۲۴
۱-۴-۹- کاشت گیاهان مقاوم ۲۵
۲- پیشینه‌ی تحقیق ۲۹
۲-۱ - مطالعات انجام شده در ایران ۲۹
۲-۲- مطالعات انجام شده در جهان ۳۱
۳- مواد و روشها ۳۷
۳-۱- خصوصیات گونه مورد بررسی ۳۷
۳-۱-۱- خصوصیات زراعی و فنوتیپی دو رقم جو مورد بررسی ۳۷
۳-۱-۱-۱- رقم افضل ۳۷
۳-۱-۱-۲- رقم پنج شوری ۳۸
۳-۲-منطقه‌ی نمونه‌برداری خاک ۳۹
۳-۳- آزمایشهای فیزیکی و شیمیایی خاک ۳۹
۳-۳-۱- آماده‌سازی خاک ۳۹
۳-۳-۲- آزمایشهای شیمیایی خاک ۳۹
۳-۳-۲-۱- تعیین درصد کربنات کلسیم (آهک) ۳۹
۳-۳-۲-۲- تعیین درصد مواد آلی خاک ۴۰
۳-۳-۲-۳- تعیین میزان گچ خاک ۴۲
۳-۳-۲-۴- تعیین پتاسیم ۴۲

۳-۳-۲-۵- تعیین مجموع کلسیم و منیزیم ۴۳
۳-۳-۲-۶- تعیین سدیم ۴۴
۳-۳-۲-۷- تعیین کلر ۴۵
۳-۳-۲-۸- تعیین کربنات و بیکربنات ۴۵
۳-۳-۲-۹- تعیین اسیدیته ی خاک ۴۶
۳-۳-۲-۱۰- تعیین هدایت الکتریکی خاک ۴۷
۳-۳-۲-۱۱- تعیین نسبت جذب سدیم (SAR) ۴۸
۳-۳-۲-۱۲- درصد سدیم تبادلی (ESP) ۴۸
۳-۳-۳- آزمایشهای فیزیکی خاک ۴۹
۳-۳-۳-۱- تعیین بافت خاک ۴۹
۳-۳-۳-۲- تعیین درصد رطوبت اشباع ۵۱
۳-۴- طرح آزمایشی ۵۱
۳-۵- اعمال تیمارهای مورد نظر ۵۲
۳-۶- فاکتورهی مورد ارزیابی ۵۲
۳-۷- تجزیه و تحلیل آماری ۵۲
۴-نتایج ۵۴
۴-۱- نتایج حاصل از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک ۵۴
۴-۲- تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان اسیدیته (PH) ۵۵
۴-۳- تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان شوری (EC) ۵۶
۴-۴- تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان نسبت جذب سدیم (SAR) ۵۷
۴-۵- نتایج حاصل از تاثیر تیمارهای مختلف روی وزن تر گیاه ۵۸
۴-۶- تاثیر تیمارهای مختلف روی ارتفاع گیاه ۵۸
۴-۷- نتایج حاصل از همبستگی بین پارامترهای شیمیایی خاک ۶۰
۵-۱-بحث و نتیجه‌گیری ۶۴
۵-۲- پیشنهادات ۶۷

منابع:..... ۶۸

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول۱-۱- اصلاح‌کننده‌های خاک و آب ۲۱

جدول۱-۲- گیاهان مناسب برای کشت در زمان اصلاح خاک‌های شور و سدیمی ۲۵

جدول۱-۳- رابطه‌ی هدایت الکتریکی و مقاومت نسبی گیاهان به شوری، بدون کاهش عملکرد ۲۷

جدول۴-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد نظر ۵۴

جدول ۴-۲- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان اسیدیته (pH) ۵۵

جدول ۴-۳- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان شوری (EC) ۵۶

جدول ۴-۴- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف روی نسبت جذب سدیم (SAR) ۵۷

جدول ۴-۵- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف روی وزن تر گیاه ۵۸

جدول ۴-۶- تجزیه واریانس تاثیر تیمارهای مختلف روی ارتفاع گیاه ۵۹

جدول ۴-۷- همبستگی بین شوری، نسبت جذب سدیم و اسیدیته خاک ۶۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱- تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان اسیدیته (pH) خاک ۵۶

شکل ۴-۲- تاثیر تیمارهای مختلف روی میزان شوری (EC) ۵۷

شکل ۴-۳- تاثیر تیمارهای مختلف روی نسبت جذب سدیم (SAR) ۵۸

شکل ۴-۴- تاثیر تیمارهای مختلف روی وزن تر گیاه. ۵۹

شکل ۴-۵- تاثیر تیمارهای مختلف روی ارتفاع گیاه (سانتی متر). ۶۰

شکل ۴-۶- همبستگی بین شوری و اسیدیته خاک. ۶۱

شکل ۴-۷- همبستگی بین شوری و نسبت جذب سدیم ۶۱

شکل ۴-۸- همبستگی بین نسبت جذب سدیم و اسیدیته خاک ۶۲

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- مقدمه

خاک یکی از با ارزش‌ترین منابع طبیعی هر منطقه است که بر روی لایه‌ی لیتوسفر در طی فرایندهای گوناگون فیزیکی و شیمیایی شکل گرفته و به عنوان بستر زیست کره و یک عامل بسیار مؤثر در تشخیص و اجرای فعالیت‌های حفاظتی همواره مورد توجه بوده است. یکی از ویژگی‌های نواحی مناطق خشک و نیمه خشک، که تقریباً اکثر نقاط ایران را شامل می‌شود، شوری و سدیمی بودن اراضی و منابع آبی است که برای آبیاری مصرف می‌شود. بخش عمده ای از این اراضی، در فصل تابستان دارای رسوبات نمک در سطح خاک هستند. نمک‌ها ممکن است در طی بارندگی به سمت تحت الارض حرکت کنند و در طی دوره خشکی به سطح خاک حرکت نمایند. بسته به وجود نمک‌ها، این خاک‌ها ممکن است دارای مشکلات اسیدیته یا قلیائیت باشند. برآوردها نشان می‌دهد که در هر دقیقه ۳ هکتار از اراضی زراعی جهان به دلیل شوری و سدیمی شدن خاک‌ها از بین می‌روند (آبرول[۱] و همکاران، ۱۹۸۸). بر اساس گزارش فائو در سال ۲۰۰۰، وسعت کل زمین-های شور و سدیمی ۸۳۱ میلیون هکتار می باشد، که شامل زمین های شور و سدیمی در آفریقا، آسیا، استرالیا و آمریکا است (مارتینز- بلتران[۲]، ۲۰۰۵). وسعت جهانی خاک‌های سدیمی و شور سدیمی حدود ۵۶۰ میلیون هکتار تخمین زده شده است (تنجی[۳]، ۱۹۹۰). خاک های شور و سدیمی در کشور ما وسعتی در حدود ۱۶ تا ۲۵ میلیون هکتار را، به خود اختصاص داده است (سیادت[۴]، ۱۹۷۷). پذیرا و صادق زاده[۵] در سال ۱۹۹۸ عدد۲۴ میلیون هکتار را ارائه داده اند. شرایط آب و هوایی در مناطق خشک و نیمه خشک باعث شده که دو عامل زراعت، یعنی آب و خاک، چندان از کیفیت خوبی برخوردار نباشند.

خاک‌های سدیمی و شور و سدیمی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیو لوژیکی مناسبی نداشته و توان تولید محصول نیز در آنها کم می باشد. محصول گیاهان زراعی در مناطق شور و

---

۱ Abrol
۲ Martinez-Beltran
۳ Tanji
٤ Siadat
٥ Pazira & Sadeghzadeh

قلیایی، ناچیز و کیفیت محصول نیز قابل توجه نیست. در خاک‌های شور و قلیا که pH آنها کمتر از ۸/۵ است، صدمات وارده به گیاهان هم از غلظت بالای نمک در محلول خاک و هم به دلیل غلظت بالای سدیم ناشی می‌شود. به دلیل فشار جمعیت و پی آمد آن یعنی افزایش نیاز به غذا، خاک های متاثر از املاح بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته اند. تقاضای زیاد غذا، آبیاری را در چنین مناطقی ایجاب کرده است که بدون امکانات کافی برای زهکشی، آبیاری وضعیت شوری وقلیائیت را بدتر نموده است. برای افزایش تولید غذا، با این خاک‌ها باید به عنوان خاک‌های مشکل دار که نیاز به اقدامات و عملیات ویژه دارند برخورد کرد. ترکیب املاح و پراکنش آن ها در پروفیل خاک، بافت وساختمان خاک و نوع گونه های گیاهی که در خاک کشت خواهند شد میزان رشد گیاه را تعیین می‌کند. استفاده از مواد اصلاح کننده با منبع کلسیم که موجب جایگزینی با سدیم می شود و همراه با کاربرد مواد آلی در بهبود این گونه خاکها موفقیت آمیز خواهد بود. گچ یا همان سولفات کلسیم آبدار ($CaSO_4.2H_2O$) از بهترین موادی است که می توان از آن برای اصلاح خاک استفاده کرد.چون دارای عنصر کلسیم بوده که روی سطح ذرات خاک، جانشین سدیم می‌شود و سدیم را از سطح ذرات خارج کرده و وارد محلول خاک می‌کند و بعداً از طریق آب‌شویی، سدیم اضافی خارج می‌شود. در نتیجه کاهش درصد سدیم قایل تبادل و افزایش میزان نفوذ پذیری را به دنبال خواهد داشت. کاربرد گچ و خروج سریع یون سدیم از محلول خاک فرایند های تبادلی را سرعت می بخشد (فرنکل[۱]،۱۹۸۹). تاثیر کاربرد گچ و آبشویی عمودی می‌تواند توسط بهبود نفوذپذیری پروفیل خاک افزایش یابد (الیاس[۲] و همکاران، ۱۹۹۷).

عدم اصلاح خاک‌های شور و سدیمی و شسته شدن املاح از این خاک‌ها در اثر بارندگی و آبیاری باعث تبدیل شدن این خاک‌ها به خاک‌های سدیمی شده که به مراتب خصوصیات فیزیکی نامطلوب تری دارند. در صورتی که این امر اتفاق بیافتد، نتایجی همچون افزایش پراکنش رس‌ها، تشکیل سله در سطح خاک، کاهش سرعت نفوذ آب به خاک، افزایش رواناب سطحی و در نهایت

---

۱ Frenkel
۲ Ilyas

فرسایش خاک رابه دنبال خواهد داشت که همگی باعث کاهش باروری، از بین رفتن خاک و دشواری کشت و کار در این خاک ها خواهد شد (کریستا[1]،۲۰۰۳).

با توجه به رشد روز افزون جمعیت، نیاز به تولید محصولات غذایی بیشتر بیش از پیش احساس می شود و کشاورزی به عنوان یکی از محوری ترین بخش ها در تأمین مایحتاج غذایی بشر مطرح است. گونه‌های مختلف گیاهی عکس العمل متفاوتی را نسبت به خاک‌های اصلاح شده از خود بروز می‌دهند. بنابراین ضروری است که گونه گیاهی مناسب جهت رشد در خاک‌های اصلاح شده انتخاب گردد. غلات تأمین کننده ۷۰ در صد غذای مردم کره ی زمین هستند. از بین گیاهان این تیره گندم، برنج، ذرت و جو مهم ترین منابع غذایی هستند. بیش از سه چهارم انرژی و یک دوم پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تامین می شود و غلات پایه اساسی تغذیه و حیات انسان به شمار می‌روند. به نظر می‌رسد که با وجود ویژگی‌های بارز این گیاهان، غلات در آینده جایگزینی نداشته و در آینده اهمیت آنها بیشتر خواهد شد. جو از قدیمی ترین گیاهان زراعی است و سابقه ی کشت آن به هفت هزار سال پیش از میلاد مسیح می‌رسد. این گیاه کم توقع ترین گیاه زراعی است که دامنه‌ی سازگاری و پراکنش آن از سایر گیاهان زراعی بیشتر است. جو پس از گندم، برنج و ذرت چهارمین غله مهم دنیا بوده و این توانایی را دارد که جهت کشت در خاک‌های اصلاح شده مورد استفاده قرار بگیرد.

۱-۲- اهداف تحقیق

خاک های شور و سدیمی که بخش زیادی از مساحت مناطق خشک و نیمه خشک را در برگرفته است، از کیفیت چندان خوبی برخوردار نمی‌باشد. در شرایطی که یون سدیم در خاک زیاد باشد و یا قسمت اعظم یون های جذب شده به وسیله ی ذرات خاک را سدیم تشکیل دهد ساختمان خاک به هم خورده ذرات کلوئیدی خاک به آسانی از همدیگر پراکنده می شود (لمبرت

[1] Krista

و همکاران، ۱۳۸۲). راه اصلاح اینگونه خاکها جایگزینی یون سدیم با یون کلسیم می باشد. جهت نیل به این هدف می توان از اصلاح کننده های مختلفی نظیر گچ استفاده نمود. گچ موجود در خاک بر بسیاری از خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی خاک و در نتیجه جنبه‌های مدیریتی، طبقه بندی و ارزیابی اراضی تاثیر می گذارد. گچ به منظور اصلاح خاک های سدیمی کاربرد دارد و به نظر میرسد می توان با استفاده از نسبت های مختلف گچ و کشت گیاه، SAR خاک را به نحو مؤثرتری کاهش داد. از طرف دیگر با توجه به عکس‌العمل متفاوت گونه‌های مختلف گیاهی، ضروری است که گیاهان مناسب جهت رشد در خاک های اصلاح شده انتخاب گردد. هدف از این تحقیق بررسی کارایی کاشت گیاه همراه با عملیات مختلف اصلاحی در بهبود شرایط خاک و عکس العمل گیاه جو به این روش های اصلاحی می باشد. نتایج تحقیق می تواند در جهت اصلاح خاک‌های با SAR بالا در مناطق خشک و امکان پذیر نمودن کشت گیاه در این خاک‌ها کاربرد داشته باشد.

۱-۳- فرضیات تحقیق

۱- فرض بر این است که گچ با حضور گیاه تأثیر بیشتری در کاهش SAR خاک دارد.

۲- گیاه جو می تواند به عنوان یک گیاه مقاوم در عملیات اصلاح خاک به تولیدات گیاهی بیشتر در این اراضی کمک کند..

۱-۴- کلیات

۱-۴-۱- خاک های مبتلا به نمک

خاک‌های مبتلا به شوری در مناطق خشک بسیار شایع هستند. خاک‌هایی که نمک‌های محلول در آنها رشد گیاهان را به مخاطره می‌اندازد، خاک‌های مبتلا به نمک نامیده می‌شوند. این گروه از خاک ها شامل خاک های سدیمی و خاک های شور می شوند. خاک شور به اندازه ای حاوی نمک است که رشد غالب گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در خاک‌های سدیمی نیز، همین حالت وجود دارد، با این تفاوت که در این‌گونه خاک‌ها، سدیم تبادلی زیاد است. خاک های شور - سدیمی به اندازه ای نمک و سدیم تبادلی دارند که رشد اغلب گیاهان زراعی را تحت تاثیر قرار می دهند. باید به خاطر داشت که، خاک های شور اغلب در مناطق خشک و نیمه خشک به وجود می آیند، اما تمام خاک های مناطق خشک نیز، شور نیستند. در چنین اقلیمی، پتانسیل (مقادیر) تبخیر و تعرق در اغلب ماه های سال بیش از میزان بارندگی است. در مناطق مرکزی ایران، این عدم تعادل رطوبتی ممکن است به بیش از ۱۵۰۰ میلی متر در سال برسد. در چنین شرایط اقلیمی و در حالت طبیعی، آب کمتری مجال نفوذ به زمین را خواهد داشت.

۱-۴- ۲- منابع مهم املاح خاک

سه منبع مهم به طور طبیعی ممکن است در ایجاد شوری در خاک دخالت داشته باشد این سه منبع عبارتند از تخریب کانی های خاک، نمک های فسیلی و نمک‌های جوی.

۱-۴-۲-۱- تخریب کانی‌ها

منبع اولیه تمام نمک‌های خاک در اصل سنگ ها و کانی‌های موجود در پوسته ی زمین هستند که با گذشت زمان از طریق فرآیند هوادیدگی شیمیایی و فیزیکی به محیط خاک وارد شده اند. در مناطق مرطوب این نمک ها به وسیله ی آب باران به اعماق پائین تر نفوذ می‌کند. در مناطق خشک به دلیل محدود بودن آب آبشویی از یک طرف و تبخیر و تعرق زیاد از طرف دیگر، نمک تجمع می یابد. بدون آبشویی املاح، تخریب درجا در کانی های اولیه ممکن است به تدریج تا حد خطرناکی به تجمع نمک های محلول منجر شود، و چنین حالتی به ندرت اتفاق می افتد. عوامل پستی و بلندی نیز ممکن است مسئله را تشدید نماید. از آنجا که نمک با حرکت آب جابجا می شود، شوری خاک معمولا در اراضی پست مشاهده می گردد. این مسئله به ویژه در شرایط زهکشی نامناسب شدید تر است.

در صورتی که کانی های خاک از نوع مافیک (کانی‌های سرشار از آهن و منیزیم، تیره رنگ) باشند، غلظت نمک ممکن است در آب هایی که به کندی نفوذ می کند تا ۳ یا ۵ میلی اکی والان در لیتر بالغ شود. معمولا با هوادیدگی کانی‌ها مقادیر زیادی سدیم و پتاسیم وارد محلول خاک می شود. آبی که سبب هوازدگی کانی‌ها می‌شود، به طور معمول به قدری است که می‌تواند مقادیر زیاد نمک های محلول حاصل را به نقاط دیگر حمل کند.

۱-۴-۲-۲- نمک‌های فسیلی

نمک هایی که از دریاها و دریاچه های قدیمی باقی مانده است، گاهی به دلایل مختلف به خاک راه می یابد و باعث افزایش شوری خاک می شود. ورود این املاح به خاک ممکن است به طور طبیعی و یا از طریق فعالیت های انسان صورت می گیرد. به عنوان مثال بالا آمدن آب زیر زمینی ممکن است همراه خود نمک های فسیلی را به سطح خاک هدایت نماید و یا تغییر پوشش گیاهی ممکن است باعث تغییر شدت تجمع املاح فسیلی در خاک گردد. انسان با

استفاده از آب های شور چاه هایی که شوری آن ها ناشی از نمک های فسیلی است باعث تشدید تجمع املاح در خاک می گردد.

۱-۴-۲-۳- نمک‌های جوی

بارش های جوی ممکن است خود منبع ورود املاح به خاک باشند. در حقیقت قطرات باران جهت تشکیل نیازمند یک هسته می باشند، این هسته معمولاًذرات نمک است. غلظت نمک در آب باران ممکن است در نزدیکی سواحل دریا به ۵۰ تا ۲۰۰ میلی اکی والان در لیتر برسد لیکن با فاصله گرفتن از ساحل، غلظت املاح موجود در باران کاهش می یابد. چگونگی کاهش غلظت نسبت به فاصله از دریا به وضعیت شرایط اقلیمی و وضعیت پستی و بلندی محل بستگی دارد. مقدار نمکی که از اتمسفر به مناطق خشک و نیمه خشک افزوده می شود در سال ممکن است فقط به چند کیلوگرم در هکتار برسد اما مقادیری که در طول مدت ده ها تا هزاران سال وارد خاک می شود، می تواند قابل ملاحظه باشد. رستنی ها در چنین مناطقی به طور طبیعی با بارش ورودی متعادل می شوند و نمک ها در میانگین عمق رطوبتی خاک به تجمع تمایل پیدا می کنند. سرعت های ورود نمک و تبخیر و تعرق در تراوشات نمکی از سرعت‌های آبشویی یا جریان آب در سراشیب بیشتر است.

منابع سه گانه فوق، منابع طبیعی اصلی ورود نمک به خاک می باشند لیکن ممکن است عوامل دیگری نیز در تجمع املاح در یک منطقه دخالت داشته باشند. مثلا باد می تواند از طریق انتقال شن های شور صحراها به مناطق کشاورزی باعث مدفون شدن خاک حاصلخیز دشت ها و شور شدن سطح الارض این مناطق شود. منابعی که به آنها اشاره شد به طور طبیعی و عمدتا بدون دخالت انسان موجب افزودن نمک به خاک می شوند. معمولا انسان در تشدید شور شدن خاک مؤثر بوده که این عمل از طریق آبیاری خاک با آب های نامناسب، عدم رعایت برخه آبشویی مناسب و عدم رعایت مسائل زهکشی و غیره امکان پذیر است. همچنین انسان ممکن است شرایطی

را فراهم آورد که هوادیدگی تشدید شود؛ در این حالت تـأثیر متقابل عوامل طبیعی و اثر انسان نیز دارای اهمیت است (برسلر، ۱۳۷۳).

۱-۴-۳- خاک‌های شور

واژه ی خاک‌های شور معادل واژه ی خاک‌های سولونچاک در سیستم طبقه بندی روس‌ها می‌باشد، که در گذشته به آنها خاک های قلیایی سفید گفته می‌شد. گاهی آنها را می‌توان از طریق قشری سفید که در سطح خاک وجود دارد، تشخیص داد. اگرچه عدم وجود قشر نمکی نیز لزوماً به معنای شور نبودن این خاک ها نیست (افیونی و همکاران، ۱۳۷۶).

آنیون‌های اصلی این خاک‌ها CL^-، SO_4^{-2}، HCO_3^-، NO_3^- هستند؛ که میزان دو یون آخری کمتر است. کاتیون های اصلی نیز شامل Mg^{+2}، Ca^{+2} و Na^+ هستند که مقدار Na^+ کمتر است. در بیشتر خاک های شور غلظت K^+ پایین است. وجود ترکیبات نمکی مثل گچ ($CaSO_4 . 2H_2O$) و آهک در خاک های شور معمول است. وجود غلظت بالای نمک در خاک، باعث حفظ هماوری شده و موجب افزایش نفوذپذیری خاک می‌شود. معمولاً برای تولید محصولات زراعی مطلوب در این خاک ها، نیاز به انجام اعمال اصلاحی می باشد. EC_e چنین خاک‌هایی بیش از $4\ dSm^{-1}$ است و SAR آنها کمتر از ۱۳ (ESP کمتر از ۱۵) و pH عصاره اشباع آنها کمتر از ۸.۵ می باشد. خواص شیمیایی و فیزیکی خاک‌های شور منعکس کننده ی میزان و نوع نمک موجود در خاک است (افیونی و همکاران، ۱۳۷۶).

تأثیر اصلی شوری خاک بر رشد نباتات و تولید محصول را می توان این گونه خلاصه کرد:

۱- جوانه زدن بذر به کندی و به تعداد غیر کافی انجام پذیرفته و عدم یکنواختی رشدگیاهان در مزرعه را باعث می شود.

۲- خشکی فیزیولوژیکی، پژمردگی و خشک شدن گیاهان از نتایج شوری است

۳- رشد گیاهان متوقف شده، برگ‌ها، ساقه‌ها و شاخه‌ها کوچک می‌شوند.

۴- برگ ها به رنگ سبز متمایل به آبی در می آیند.

۵- دیر گل کردن، کمی شکوفه ها، عقیم بودن گل ها و کوچک ماندن دانه‌ها از علائم آن است.

۶- رشد گیاهان مقاوم به شوری و یا رشد علف های هرز از طایفه ی هالوفیت ها

۷- نتیجه ی تمام این شرایط نا مناسب تحصیل کم محصول و نیز رشد کم سایر اعضاء گیاهان خواهد بود.

۱-۴-۴- خاک های سدیمی

در فرهنگ خاک شناسی روس‌ها به این خاک‌ها، خاک های سولونتز اطلاق می شود. اولین محققان آمریکایی واژه ی قلیایی سیاه را برای این خاک‌ها بکار بردند. کاربرد صفت سیاه به خاطر حل مواد آلی خاک و متعاقب آن هویدا شدن مواد آلی در سطح خاک بر اثر تبخیر آب است. این فرایند باعث تیره شدن سطح خاک می‌شود. مشخصه‌ی خاک‌های سدیمی پایین بودن میزان شوری در محلول آنهاست.

در خاک های سدیمی درصد سدیم تبادلی (ESP) بیش از۱۵(SAR>۱۳) بوده و pH بیش از ۸/۵ می‌باشد. هیدرولیز سدیم تبادلی باعث ایجاد NaOH درمحلول خاک می شود. NaOH به وجود آمده نیز می‌تواند با CO_2 محلول ترکیب شده و Na_2CO_3 تولید کند. در چنین شرایطی pH خاک سدیمی ممکن است حتی به ۱۰ هم برسد. در این حالت یون های Ca^{+2} وMg^{+2} به خاطر وجود CO_2 به صورت کربنات رسوب می دهند. از اینرو محلول این خاک ها حاوی نمک های کربنات، بی کربنات، کلرید و سولفات سدیم است. یون عمده در خاک های سدیمی،Na^+ است که به همراه آن مقداری Ca^{+2} وMg^{+2} وk^+ نیز وجود دارد. درصد بالای سدیم تبادلی را می توان از روی از هم پاشیدگی سیستم رسی تشخیص داد. در این حالت ورود هوا و آب به خاک به طور چشمگیری کاهش می یابد. خاک های سدیمی در صورت عدم بکارگیری روش های اصلاحی از نظر کشاورزی ارزش چندانی نخواهد داشت (افیونی و همکاران، ۱۳۷۶).

در این گونه خاک‌ها تخریب ساختمان خاک بر اثر سدیم تبادلی و در نتیجه ی کاهش نفوذپذیری آب و تهویه ی خاک باعث کاهش رشد گیاهان می شود؛ بنابراین کاهش محصول گیاهان به طور کلی تابع حساسیت آنها به یون سدیم نیست بلکه متأثر از مسمومیت ویژه ی یونی و تخریب ویژگی‌های فیزیکی خاک است. بر اساس آزمایش های آبرول (۱۹۸۸) تحمل گیاهان مختلف نسبت به درصد سدیم تبادلی به صورت زیر می باشد:

گیاهان حساس: لوبیا چشم بلبلی، نخود، بادام زمینی، عدس، ماش، ذرت و نخود فرنگی. این گیاهان در ESP بیش از ۱۰ درصد شدیدا صدمه می بینند.

گیاهان نیمه مقاوم: گندم، جو، یولاف، شلغم، پنبه و نی شکرکه در ESP بیش از ۳۵ در صد به شدت صدمه می بینند.

گیاهان مقاوم: برنج، چغندر قند که در ESP بیش از ۵۵ در صد به شدت صدمه می بینند (برزگر،۱۳۸۷).

سدیم تبادلی اضافی در خاک ها از طرق زیر در رشد گیاهان تاثیر سوء دارد:

۱) سدیم تبادلی بیش از حد بر خصوصیات فیزیکی خاک تاثیر سوء قابل ملاحظه ای دارد، که منجر به پراکنش خاک شده و نفوذ پذیری خاک به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می یابد.
۲) سدیم تبادلی زیاد، pH خاک را افزایش می دهدکه (الف) منجر به کاهش حلالیت کربنات‌های کلسیم و منیزیم و کمبود این عناصر غذائی می گردد (ب) قابلیت استفاده مولیبدن و بر افزایش می یابد و حتی ممکن است به سطح سمیت نیز برسد (ج) قابلیت دسترسی به عنصر روی کاهش می یابد و این کمبود ممکن است رشد گیاه را محدود کند.
۳) سدیم تبادلی منجر به پراکنش خاک های سطحی می شود، سرعت نفوذ پذیری و دانه بندی را کاهش ولی سله بندی و مقاومت خاک را افزایش می دهد.

۱-۴-۴-۱- تولید محصول در خاک‌های سدیمی

حساسیت گیاهان به سدیمی بودن خاک، در گیاهان مختلف تفاوت قابل ملاحظه ای دارد. به طور کلی لگوم‌های دانه ای (لوبیاها) خیلی حساسند؛ غلات (به جز برنج و جو)، پنبه، نیشکر و لگوم های علفی مثل شبدر مصری حساسیت کمتری دارند و گیاهان علوفه ای مثل جو، برنج، یونجه و چغندر قند نسبتا مقاومند (پراساد و همکاران،۱۳۸۱).

قابلیت نفوذ آب در خاک های سدیمی به شدت کاهش می یابد. آبیاری با آب حاوی غلظت کم املاح (مانند باران) باعث غرقابی شدن و تولید روان آب می شود، در نتیجه آب قابل استفاده خاک برای گیاه کاهش می یابد. با اصلاح خاک های سدیمی عملا شرایط نامناسب به وجود آمده در این خاک ها، از جمله تشکیل سله، کاهش ضریب آبگذری و کمبود ذخیره آب در خاک و کاهش جوانه زدن بذر و توسعه ی ریشه برطرف می گردد. سدیم تبادلی می‌تواند به علت آماس رس‌ها، پراکندگی رس‌ها و حرکت آنها باعث کاهش نفوذ پذیری خاک ها شود. آماس و پراکندگی رس‌ها بستگی به نوع رس، نوع کاتیون تبادلی و غلظت املاح محلول و مواد آلی خاک دارد (برزگر، ۱۹۹۴).

۱-۴-۵- خاک‌های شور و سدیمی

زمین های شور و سدیمی در حدود ۱۳٪ از زمین های قابل کشت جهان را تشکیل می دهند و در بیش از ۱۰۰ کشور جهان وجود دارند. این گونه خاک ها نه تنها در مناطق خشک و نیمه خشک به وفور یافت می شوند، بلکه در سایر شرایط آب و هوایی، به دلیل حمل نمک‌ها توسط سیلاب‌ها و رسوبات بادی، نیز یافت می‌شوند. ۲۳/۵ میلیون هکتار و یا به عبارتی ۱۵٪ خاک های ایران را خاک های شور و سدیمی تشکیل می دهد (زرین کفش، ۱۳۷۳)،که از این مقدار ۷ میلیون هکتار باتلاق های شور کویر لوت و کویر نمک می باشد. مساحت خاک های شور و خاک های وابسته به آن در ایران بیش از ۴۴/۵ میلیون هکتار می باشد (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۴).