



الله

الحمد لله رب العالمين
والصلاة والسلام على سيدنا محمد وآله الطيبين الطاهرين
اللهم صل على محمد وآل محمد
اللهم صل على خير المرسلين
اللهم صل على من بعثناه مبشرين بما نعصمهم
وغير مبشرين بما نعذبهم
اللهم صل على من بعثناه مبشرين بما نعصمهم
وغير مبشرين بما نعذبهم
اللهم صل على من بعثناه مبشرين بما نعصمهم
وغير مبشرين بما نعذبهم
اللهم صل على من بعثناه مبشرين بما نعصمهم
وغير مبشرين بما نعذبهم

دانشگاه یزد

دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی

گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

مهندسی منابع طبیعی - مدیریت مناطق بیابانی

بررسی اثر شوری روی تغییرات ماده رنگی گیاه روناس

استادان راهنما:

دکتر سید علی محمد میر محمدی میبدی

دکتر محمد حسین حکیمی میبدی

استادان مشاور:

دکتر فاطمه میر جلیلی

دکتر محمد علی حکیم زاده

پژوهش و نگارش:

حسین راضی اردکانی

اسفند ۹۱

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه / رساله متعلق به دانشگاه یزد است و هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی از این پایان نامه / رساله برای تولید دانش فنی، ثبت اختراع، ثبت اثر بدیع هنری، همچنین چاپ و تکثیر، نسخه برداری، ترجمه و اقتباس و ارائه مقاله در سمینارها و مجلات علمی از این پایان نامه / رساله منوط به موافقت کتبی دانشگاه یزد است.

تقدیم بہ مہربان فرشتگانی کہ:

نحطات ناب باور بودن، لذت و غرور دانستن، جسارت خواستن، عظمت رسیدن و تمام تجربہ ہای یکتا و زیبای
زندگیم، مدیون حضور سبز آہناست۔

تقدیم بہ خانوادہ عزیزم

تقدیر و شکر:

خداوند به ما توفیق تلاش در شگفت، صبر در نومی، رفتن بی همراه، جهاد بی سلاح، کار بی پاداش، فداکاری در سکوت، دین بی دنیا، مذهب بی عوام، عظمت بی نام، خدمت بی نان، ایمان بی ریا، خوبی بی نمود، کساحی بی خامی، مناعت بی غرور، عشق بی هوس، تنهایی در انبوه جمعیت و دوست داشتن بی آنکه دوست بدانند، رعایت فرما.

نگارنده بر خود لازم می‌داند که تا بدین وسیله از زحمات بی دریغ، تلاش‌های بی وقفه و راهبانی‌های ارزشمند استاد گرامی جناب آقای دکتر سید علی محمد میرمحمدی میدی، همچنین از استاد عزیز و ارجمند جناب آقای دکتر محمد حسین حکیمی میدی نهایت شکر و قدردانی را دارم که مراد تمام مراحل انجام این تحقیق یاری نمودند.

همچنین از استادان گرامی سرکار خانم دکتر فاطمه میرجلیلی و جناب دکتر محمد علی حکیم زاده کمال شکر را دارم که بارها بهمانی ما و نظرات ارزنده خود بر غنای این تحقیق افزودند.

از تمامی دوستان که تقدیری که مراد انجام و اتمام این پایان نامه یاری نمودند کمال پاس و شکر را دارم.

حسین راضی اردکانی

اسفند ۱۳۹۱

چکیده

روناس (*Rubia tinctorum*) گیاهی است دو تا سه ساله و مقاوم به شوری که از ریشه آن یکی از بادوام ترین رنگ‌های قرمز گیاهی به دست می‌آید و در رنگرزی به‌ویژه در صنعت فرش مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌منظور بررسی تأثیر شوری بر افزایش یا کاهش میزان رنگدانه‌ای گیاه روناس، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در سه تکرار انجام گرفت. پس از نمونه برداری خاک از مناطق ۶ گانه کشت روناس و تعیین هدایت الکتریکی آن‌ها خاک‌ها به سه گروه با هدایت الکتریکی کمتر از ۴ ds/m، بین ۴-۸ ds/m و بیش از ۱۶ ds/m طبقه بندی شده و اثر میزان شوری با استفاده از روش تجزیه واریانس یک طرفه بر صفات مورد نظر بررسی گردید. در این تحقیق نخ پشمی در درجه حرارت ۱۰۰ درجه‌ی سانتیگراد با رنگزای روناس رنگرزی شد. بررسی تأثیر افزایش شوری بر مقادیر مختلف مؤلفه‌های رنگی L^* ، B^* و A^* نمونه‌های رنگرزی شده نشان داد که با افزایش سطوح شوری مقدار مؤلفه‌ی L^* (روشنایی) کاهش معنی‌داری در سطح یک درصد ($P < 0.01$) نشان داد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن نشان داد که با افزایش شوری خاک میزان روشنایی پشم (L^*) کاهش پیدا کرد. بیشترین مقدار L^* در شوری کمتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر با مقدار ۴۰ و بیشترین مقدار مربوط به شوری ۸-۱۶ دسی‌زیمنس و با ۳۲/۳۸ بود. مقدار مؤلفه‌های A^* (قرمزی و سبزی) و B^* با افزایش شوری خاک افزایش یافت و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد ($P < 0.01$) مشاهده شد. کمترین میزان A^* در شوری کمتر از ۴ دسی‌زیمنس بر متر با مقدار ۲۴/۳۳ و بیشترین مقدار در شوری ۸-۱۶ دسی‌زیمنس با مقدار ۳۹ بود. B^* نیز در شوری ۸-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر برابر با ۲۶/۱۷ بود و نسبت به دو تیمار دیگر حدود ۲۳ درصد افزایش نشان داد.

کلمات کلیدی: شوری، روناس (*Rubia tinctorum*)، رنگدانه

فصل اول: مقدمه و کلیات

..... ۱	۱-۱- مقدمه
..... ۳	۲-۱- اهداف تحقیق
..... ۳	۳-۱- فرضیات تحقیق
..... ۳	۴-۱- کلیات
..... ۳	۱-۴-۱- تعریف تنش
..... ۴	۲-۴-۱- انواع تنش
..... ۴	۱-۲-۴-۱- تنش شوری
..... ۵	۱-۱-۲-۴-۱- شوری
..... ۶	۲-۱-۲-۴-۱- منابع و علل شور شدن خاک
..... ۶	۳-۱-۲-۴-۱- واکنش گیاهان به شوری
..... ۸	۴-۱-۲-۴-۱- عوامل مؤثر در واکنش گیاهان به شوری
..... ۸	۳-۴-۱- متابولیت‌های ثانویه در گیاهان
..... ۹	۱-۳-۴-۱- رنگیزه‌ها
..... ۱۰	۴-۴-۱- اثر تنش‌های محیطی بر متابولیت‌های ثانویه
..... ۱.۱	۱-۴-۴-۱- تنش خشکی
..... ۱.۲	۲-۴-۴-۱- سرما و یخبندان
..... ۱.۲	۳-۴-۴-۱- اشعه ماوراء بنفش
..... ۱.۲	۴-۴-۴-۱- استرس‌های غذایی
..... ۱.۳	۵-۳-۴-۴-۱- صدمات مکانیکی
..... ۱.۳	۶-۴-۴-۱- تنش شوری

فصل دوم: بررسی منابع

۱-۲- پیشینه تحقیق

.....۱.۴.....	
.....۱.۵.....	
.....۱.۵.....	

۱-۱-۲- برخی مطالعات انجام شده در ایران

۲-۱-۲- برخی مطالعات انجام شده در جهان ۱۸

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۱-۳- خصوصیات گونه مورد بررسی

.....۲.۲.....	
---------------	--

۱-۱-۳- معرفی گونه گونه روناس (*Rubia Tinctorum*) ۲۲

۱-۱-۱-۳- مشخصات گیاهشناسی

.....۲.۲.....	
---------------	--

۲-۱-۱-۳- مشخصات بوم شناختی

.....۲.۲.....	
---------------	--

۳-۱-۱-۳- فواید و مصارف

.....۲.۳.....	
---------------	--

۲-۳- منطقه نمونه برداری خاک

.....۲.۴.....	
---------------	--

۳-۳- آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

.....۲.۵.....	
---------------	--

۱-۳-۳- آماده‌سازی خاک

.....۲.۵.....	
---------------	--

۲-۳-۳- آزمایش‌های شیمیایی خاک

.....۲.۵.....	
---------------	--

۱-۲-۳-۳- تعیین مجموع کلسیم و منیزیم

.....۲.۵.....	
---------------	--

۲-۲-۳-۳- تعیین سدیم

.....۲.۶.....	
---------------	--

۳-۲-۳-۳- تعیین اسیدیته خاک

.....۲.۶.....	
---------------	--

۴-۲-۳-۳- تعیین هدایت الکتریکی خاک

.....۲.۷.....	
---------------	--

۵-۲-۳-۳- تعیین نسبت جذب سدیم (SAR)

.....۲.۸.....	
---------------	--

۴-۳- آزمایش‌های شیمیایی آب

.....۲.۸.....	
---------------	--

۳-۳-۳- طرح آزمایشی

.....۲.۹.....	
---------------	--

۴-۳-۳- فاکتورهای مورد ارزیابی

.....۲.۹.....	
---------------	--

۵-۳-۳- تجزیه و تحلیل آماری

.....۲.۹.....	
---------------	--

فصل چهارم: نتایج

۴-۱- نتایج

۴-۱-۱- تأثیر تیمارهای مختلف شوری بر مؤلفه‌های رنگی پشم

۴-۱-۲- همبستگی برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک و آب مناطق کشت روناس و مؤلفه‌های

رنگی پشم

۴-۲- بحث

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه‌گیری

۵-۲- پیشنهادات

فهرست منابع ۴۴

عنوان	صفحه
جدول ۱-۴- تجزیه واریانس اثر تیمار شوری بر مؤلف‌های رنگی پشم‌های رنگ شده با رنگ حاصل از ریشه روناس	۳۱.....
جدول ۲-۴- همبستگی بین برخی از ویژگی‌های شیمیایی آب مورد استفاده در کشت روناس بایکدیگر و با میزان مؤلفه‌های رنگی پشم	۳۵.....
جدول ۳-۴- همبستگی بین برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک مناطق کشت روناس بایکدیگر و با میزان مؤلفه‌های رنگی پشم	۳۷.....

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱- گیاه روناس.....	۲۴
شکل ۴-۱- تأثیر تیمار شوری بر میزان روشنایی (L^*) پشم رنگ شده با ریشه‌ی روناس. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن است.....	۳۲
شکل ۴-۲- تأثیر تیمار شوری بر میزان قرمزی و سبزی رنگ (A^*) پشم رنگ شده با ریشه‌ی روناس. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن است.....	۳۳
شکل ۴-۳- تأثیر تیمار شوری بر میزان زردی و آبی بودن رنگ (B^*) پشم رنگ شده با ریشه‌ی روناس. حروف متفاوت بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد آزمون دانکن است.....	۳۴
شکل ۴-۴- همبستگی بین مؤلفه‌های رنگی و برخی از ویژگی‌های آب آبیاری.....	۳۶
شکل ۴-۵- همبستگی بین مؤلفه‌های رنگی با برخی ویژگی‌های خاک.....	۳۸

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱ - مقدمه

سطح وسیعی از جهان تحت تنش شوری قرار دارد و هر ساله بر این میزان نیز افزوده می‌شود (کوچکی و محلاتی^۱، ۱۹۹۴). شوری بعد از خشکی مهمترین تنش محیطی است که بر گیاهان تاثیر می‌گذارد و به شدت از رشد و نمو گیاهان حساس به شوری می‌کاهد (همائی، ۱۳۸۱). از طرفی این تصور که بتوان مشکلات ناشی از رشد گیاهان را با مدیریت صحیح آبیاری به‌طور کامل حل نمود، امری غیر ممکن است. بنابراین ضرورت تحقیق در مورد گیاهانی که قادر باشند روی خاک‌های شور برویند محسوس است.

کشور ایران به جز نوار باریکی از سواحل دریای خزر، کلاً در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده و بیش از نیمی از اراضی قابل کشت آن با مشکل افزایش شوری مواجه هستند. گیاهان در محیط شور با دو عامل اصلی مواجه هستند، املاح زیاد موجود در محلول خاک، پتانسیل اسمزی خاک را پایین می‌آورد و باعث کاهش جذب و کمبود آب در گیاه می‌شود امر موجب اختلال در تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها شده و تمام واکنش‌های متابولیکی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. دوم زیادی یون‌های سدیم و کلر موجب کاهش جذب یون‌های ضروری از جمله یون‌های پتاسیم، کلسیم، آمونیم و نترات شده و نیز از فعالیت آنزیم‌ها می‌کاهد. انتخاب دقیق و گسترش گیاهان زراعی مقاوم به شوری که موجب افزایش محصول دهی، بهبود کیفیت محصول و استفاده بهینه از خاک‌ها و آب‌های شور می‌شود، در مدیریت زمین‌های شور مفید واقع می‌شود.

روناس گیاهی است علفی و پایا از خانواده روناس (*Rubiaceae*) که به‌طور وحشی در منطقه مدیترانه از اسپانیا تا آسیای صغیر و همچنین شمال آفریقا و برخی نواحی آسیا می‌روید. این گیاه فوق العاده مقاوم به شوری و مقاومت در آن از نوع بردباری است و شوری خاک تا ۳٪ درصد را به خوبی تحمل می‌کند و دارای مصارف اقتصادی، درمانی (توکلی صابری، ۱۳۶۸؛ باون^۲، ۱۹۹۵؛ چیچ^۳، ۱۹۸۴؛ گریو^۴، ۱۹۸۴) صنعتی و علوفه‌ای (نیبر^۵، ۱۹۷۰) است. در ریشه‌ی روناس پیگمان

¹ Koocheki & Mahalati

² Bown

³ Chiej

⁴ Grieve

⁵ Niebuhr

های آنتراکوئینون تولید می‌شود (باغستانی میبیدی، ۱۳۶۹). رنگ روناس از ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد برای رنگرزی استفاده می‌شده است و یکی از با ثبات ترین رنگ‌های طبیعی قرمز متمایل به ارغوانی در صنعت فرش محسوب می‌شود (جاوید تابش، ۱۳۷۹). هرچند که تهیه رنگ‌های گیاهی دشوارتر است، برخی از صاحب‌نظران و دست‌اندرکاران صنعت فرش بر این باورند که رنگ‌های شیمیایی دارای ثبات خوبی در برابر نور و شستشو و سایش نیستند، در صورتی که رنگ‌های گیاهی و طبیعی از این ثبات برخوردارند (مردانی نژاد و همکاران، ۱۳۸۱). استفاده از مواد شیمیایی، اثرات نامطلوبی بر انسان می‌گذارد که در صورت استفاده از مواد طبیعی به هیچ وجه این اثرات مشاهده نمی‌شود، همچنین استفاده گسترده و بی‌رویه از مواد و رنگ‌های شیمیایی موجب آلودگی شدید محیط زیست می‌شود که رسانه‌های گروهی بارها از خطرات آن سخن گفته‌اند. در حالی که به سادگی می‌توان از بسیاری از گیاهان خودرو، که قابلیت رنگدگی دارند، چنان استفاده کرد که هیچ‌گاه با این ضایعات و خطرات مواجه نشد، فرش و سایر دست‌بافت‌های ایرانی، بعد از نفت مهمترین اقلام صادراتی کشور ما را تشکیل می‌دهند. از این رو گسترش تولید مواد اولیه آنها در داخل کشور با توجه به کیفیت مرغوب رنگ‌های طبیعی از یک سو می‌تواند از خروج ارز برای تهیه رنگ‌های شیمیایی تا حدود زیادی بکاهد و از سوی دیگر بازار جهانی فرش ایرانی را دوباره برای ایران پر رونق کند (جهانشاهی افشار، ۱۳۷۵).

روناس در مناطق خشک و کویری قادر به رویش است و همچنین در برخی مناطق از جمله استان یزد با استفاده از آب شور کشت می‌شود (زرگری، ۱۳۶۷). با توجه به استفاده‌های مختلفی که این گیاه دارد به خصوص در صنعت رنگرزی و همچنین اهمیت مقوله شوری، هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر تنش شوری خاک بر کیفیت رنگدانه‌های گیاه دارویی و صنعتی روناس می‌باشد.

۱-۲- هدف تحقیق

به منظور دستیابی به توسعه پایدار در بخش آب، خاک و گیاهان دارویی توجه به منابع با کیفیت پایین امری اجتناب ناپذیر است. وفور منابع آب و خاک شور از یک طرف و استعداد گیاه روناس در مقاومت به شوری و همچنین کاربری دارویی، صنعتی و علوفه‌ای این گیاه، انگیزه پژوهش حاضر گردید و به این منظور اثر تنش شوری بر افزایش یا کاهش میزان رنگدانه‌های گیاه روناس مورد بررسی قرار گرفت.

۱-۳- فرضیات تحقیق

- ۱- تنش شوری بر روی ماده رنگی روناس اثر می‌گذارد.
- ۲- کشت روناس در خاک‌های شور از لحاظ کیفیت رنگ مناسب‌تر می‌باشد.

۱-۴- کلیات

۱-۴-۱- تعریف تنش

در بیشتر تعاریف، تنش را شرایطی در نظر می‌گیرند که از حالت مطلوب برای رشد به طور قابل توجهی فاصله دارد و تغییرات و واکنش‌هایی را در تمام فعالیت‌های موجود زنده ایجاد می‌کند. این تغییرات در ابتدا برگشت پذیر هستند و ممکن است غیر قابل برگشت نیز گردند. حتی اگر وضعیت تنش‌زا موقتی باشد، هرچه این شرایط طولانی‌تر شود، قابلیت زیست گیاه کاهش می‌یابد (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶).

تأثیر یک عامل تنش‌زا بر فرایندهای فیزیولوژی در یک گونه‌ی گیاهی همواره ثابت نیست به عنوان مثال یک گیاه در مراحل مختلف رشد ممکن است نسبت به یک عامل، حساسیت‌های متفاوت نشان دهد. سن اندام‌های گیاهی، وضعیت تکاملی اندام و الگوهای محیطی همگی از عوامل مؤثر بر حساسیت گیاه نسبت به عوامل تنش‌زا می‌باشد. شدت تنش‌های محیطی در محیط‌های کشاورزی چه از نظر زمانی و چه از نظر مکانی متغیر است. یک گیاه در زمان واحد، در قسمت‌های

مختلف خود واکنش های مختلفی به تنش نشان می دهد. همچنین عوامل تنش زا در سال های مختلف یکسان نیست (علیزاده، ۱۳۸۴).

۱-۴-۲- انواع تنش

عوامل تنش زا که بر فرایندهای فیزیولوژیکی مؤثرند بسیار زیادند ولی می توان آنها را در سه گروه کلی فیزیکی، شیمیایی و زیستی تقسیم بندی کرد. از تنش های فیزیکی می توان به مواردی چون خشکی، دما، تابش، غرقاب شدن، باد و میدان های مغناطیسی اشاره کرد. تنش های شیمیایی نیز متعددند که مهمترین آنها، آلودگی هوا، فلزات سنگین، آفت کش ها، سموم، اسیدیته خاک و شوری می باشد.

کلیه تنش های شیمیایی و فیزیکی در گروه کلی تنش های غیرزیستی قرار می گیرند که در مقابل آن تنش های زیستی همانند رقابت، دگرآسیبی، علف خواری، بیماری ها، قارچ های بیماری زا و ویروس ها قرار دارند (علیزاده ۱۳۸۴).

۱-۴-۲-۱- تنش شوری

شوری یکی از تنش های اصلی و شایع در جهان کنونی است که سبب کاهش تولیدات کشاورزی و نقصان رستنی های طبیعی در نواحی وسیعی از سطح زمین می شود. بر اساس برآورد انجام شده ۷٪ از اراضی جهان شور و ۳٪ بسیار شور است (پوستینی، ۱۳۷۴ و کافی و استیوارت، ۱۳۷۷). شوری نیز از مهمترین عوامل تنشی سرزمین ماست. حدود ۱/۲ اراضی کشور ما به نحوی با مشکل شوری مواجه اند.

لویت^۱ (۱۹۸۰) تنش شوری را به صورت زیر تعریف کرده است:

اگر غلظت نمک به حدی باشد که باعث تقلیل پتانسیل آب به اندازه ۰/۵ تا ۰/۱ مگاپاسکال (۰/۵- تا ۱- بار) گردد به آن تنش ناشی از نمک گفته می شود. هرگاه غلظت نمک تا این

¹ Levitt

اندازه زیاد نباشد که پتانسیل آب را کاهش دهد، تنش از نوع یونی می‌باشد و ممکن است تنش ناشی از نوع خاصی از یونها باشد. از نظر کاربردی غلظت‌های نمک در حالات تنش ناشی از املاح بسیار زیادتر از مقدار مورد نیاز برای کاهش پتانسیل آب به اندازه ۱- بار است و غلظت‌های یونی که موجب تنش می‌شوند بسیار کم است (حکمت شعار، ۱۳۷۲).

بر اساس تعریف شانون و گریو^۱ (۱۹۹۹)، شوری عبارت از حضور بیش از اندازه نمک‌های قابل حل و عناصر معدنی در محلول آب و خاک می‌باشد که منجر به تجمع نمک در ناحیه ریشه شده و گیاه در جذب آب کافی از محلول خاک با اشکال روبه رو می‌شود. رودز^۲ و همکاران (۱۹۹۲) واژه شور را به خاک‌هایی اطلاق کردند که بیش از ۱٪ نمک داشتند. حد بحرانی نمک برای گیاهان ۵/۰ درصد وزن خاک خشک می‌باشد (حیدری شریف‌آباد، ۱۳۸۰).

همه املاح موجود و یا به عبارت دیگر یون‌های موجود نه سمی و نه غیرلازم هستند، بیشتر این یونها جزء یون‌های لازم و پر مصرف در ساختمان سلولی هستند، ولی بعضی از یونها قابلیت جذب زیادی دارند که باعث تجمع آنها در بخش‌های هوایی گیاه شده و ایجاد مسمومیت می‌کنند و به این ترتیب رشد گیاه را متوقف می‌سازند.

۱-۴-۲-۲-شوری

اصولاً خاک شور به خاکی گفته می‌شود که غلظت املاح محلول در آن به قدری باشد که عملکرد را کاهش دهد؛ مشروط بر آنکه سایر عوامل مانعی برای رشد محصول ایجاد نکنند. از این تعریف به خوبی استنباط می‌شود که شوری مفهومی وابسته به گیاه است. بنابراین در دنیای کشاورزی، شوری در سیستم‌هایی مرکب از خاک، آب و گیاه تعریف می‌شود. بدین ترتیب در شرایط مساوی، خاکی با غلظت معینی از املاح محلول ممکن است برای یک گیاه شور و برای گیاه دیگر شور نباشد.

¹ Shannon & Grieve

² Rhoades

شوری بسته به روش و اهداف اندازه‌گیری، به چندین صورت بیان می‌شود. ترکیبات تشکیل دهنده شوری، به صورت مول در لیتر (mol.l^{-1})، اکی والان در لیتر (meq.l^{-1}) یا مول بار در لیتر (mol.e.l^{-1}) و یا میلی گرم در لیتر (ppm) بیان می‌شود و واحد میکروگرم در لیتر (ppb) برای عناصر کم مصرف به کار می‌رود (رسولی و کیانی پویا، ۱۳۸۹).

۱-۴-۲-۳- منابع و علل شور شدن خاک

کلیه نمک‌هایی که در خاک‌ها و آب‌ها وجود دارند، از هوادیدگی سنگ‌های مادری خود به وجود آمده‌اند. در طی دوره‌های زمین‌شناسی، کانی‌های اولیه بر اثر واکنش با آب، اکسیژن و گاز کربنیک به کانی‌های ثانویه و نمک‌ها تبدیل شده‌اند که اینها نیز به همراه جریان‌های آب، یا به دریاها و اقیانوس‌ها راه یافته و یا در سطح زمین نهشته شده‌اند. غرقاب شدن بخش وسیعی از اراضی به وسیله آب شور اقیانوس‌ها، منجر به برجای ماندن نهشته‌هایی گردیده که اکنون منبع عمده نمک در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌آیند (همائی، ۱۳۸۱).

۱-۴-۲-۴- واکنش گیاهان به شوری خاک

مهمترین واکنش گیاه به شوری خاک، کاهش رشد است. با افزایش غلظت املاح به بیش از آستانه تحمل گیاه، هم آهنگ رشد کاهش می‌یابد و هم اندازه گیاه کوچک می‌شود. آستانه تحمل یا آستانه مقاومت گیاه، غلظتی از املاح محلول در خاک است که از آن پس کاهش عملکرد آغاز می‌شود. هم آستانه مقاومت و هم کاهش آهنگ رشد به نوع و گونه گیاهی بستگی داشته و در گیاهان و گونه‌های مختلف متفاوت است. مثلاً گیاهانی مانند باقلا و توت فرنگی آنقدر حساس هستند که اگر غلظت املاح محلول در خاک تنها به دو برابر غلظت متعارف یک خاک غیر شور برسد، دچار کاهش رشد می‌شوند. از سوی دیگر گیاهانی چون پنبه، جو و چغندر قند تقریباً به اندازه گیاهان نمک دوست قادر به تحمل شوری هستند و معمولاً در شوری‌های اندک رشد بهتری نسبت به خاک غیر شور دارند. شوری خاک از راه‌هایی چند بر فعالیت‌های فیزیولوژیک گیاه تأثیر

می‌گذارد ولی نشانه‌های آسیب دیدگی ناشی از وجود شوری معمولاً هنگامی در گیاه آشکار می‌شود که غلظت املاح محلول در خاک بسیار بالا باشد. گیاهان مبتلا به شوری اغلب ظاهری معمولی دارند ولی عموماً کوتاه‌تر بوده، برگ آنها ضخیم‌تر، پرآب‌تر و به رنگ سبز تیره هستند. هر چند که مفهوم کمی مقاومت گیاهان به شوری، بر پایه عملکرد (مقدار محصول) استوار است، لیکن شوری خاک می‌تواند منجر به کاهش کیفیت برخی محصولات و بهبود برخی دیگر گردد. مثلاً با افزایش شوری خاک، اندازه و یا کیفیت میوه‌ها کاهش می‌یابد. ارزش بازاری (بازاریابی) بسیاری از سبزیجات مانند هویج، خیار، کرفس، فلفل، سیب زمینی، کلم، کاهو و سیب زمینی شیرین به طور قابل ملاحظه‌ای پایین می‌آید، و یا اینکه کیفیت میوه مرکبات اندکی نامرغوب می‌شود. با این حال، بالا رفتن غلظت قند در شوری با افزایش فشار اسمزی، مسمومیت یونی و سوء تغذیه گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهند. معمولاً در فشار اسمزی یکسان، ترکیبات شیمیایی متفاوت موجب کاهش رشد مشابهی در گیاه می‌شود (همائی، ۱۳۸۱). از سوی دیگر، چنانچه غلظت یک نمک معین در محلول خاک از حدی فراتر رود و یا نسبت‌های یونی موجود به سود یکی از آنها تغییر یابد، مسمومیت یونی و عدم تعادل تغذیه‌ای بروز می‌نماید و میزان کاهش رشد گیاه تقریباً مضاعف می‌شود (پسوآرکلی^۱، ۱۹۹۹). برخی گیاهان قادرند با دفع نمک، سمیت یونی را کاهش دهند، ولی این مکانیزم باعث کمبود آب می‌شود. از طرفی دیگر با وجودی که جذب نمک موجب تنظیم اسمزی می‌شود، ولی هم‌زمان می‌تواند باعث ایجاد مسمومیت و اختلال در تغذیه گیاه شود (ایر^۲، ۱۹۵۲؛ پسوآرکلی، ۱۹۹۹). در تحقیقات اولیه بررسی اثرات شوری بر گیاهان، اثرات مجموعه یون‌ها مورد توجه قرار داشت، ولی در حال حاضر توجه دقیق‌تری به اثرات ویژه یونی معطوف شده است (آیر، ۱۹۵۲؛ فلور و یو^۳، ۱۹۷۷)

¹ Pessaraki

² Ayers

³ Flowers and Yeo

۱-۴-۲-۵- عوامل مؤثر در واکنش گیاهان به شوری

هر چند که مقدار محصول تابعی از غلظت املاح محلول در ناحیه رشد ریشه است، لیکن باید نوع خاک، آب و شرایط اقلیمی نیز مورد توجه قرار گیرند، زیرا عملکرد به هر یک از این عوامل نیز بستگی دارد. در حالیکه برخی تنش‌های محیطی منجر به کاهش عملکرد می‌شوند، لیکن ممکن است مقاومت گیاهان به شوری را افزایش، کاهش و یا بی اثر بگذارند. بنابراین، لازم است که اثر هر یک از عوامل یاد شده بر مقدار عملکرد به صورت مقایسه ای مد نظر قرار گیرد. در کل از عوامل مؤثر در واکنش گیاهان به شوری می‌توان به نوع نمک های موجود در خاک، توزیع نمک در نیمرخ خاک، رطوبت خاک، موجودات خاکزی، شرایط فیزیکی خاک، حاصلخیزی خاک، اقلیم و کیفیت هوا، عوامل گیاهی (سن گیاه، نوع و گونه گیاهی)، عملیات کشاورزی (روش آبیاری، بستر بذر) اشاره کرد (همائی، ۱۳۸۱)

۱-۴-۳- متابولیت‌های ثانویه در گیاهان^۱

متابولیت‌های ثانویه گیاهی، ترکیباتی آلی هستند که مستقیماً در رشد، نمو یا تولید مثل گیاه دخیل نیستند. این ترکیبات دارای ساختار شیمیایی پیچیده‌تری نسبت به متابولیت‌های اولیه (مثل اسیدهای آمینه) که برای بقاء زندگی سلول‌ها ضروری اند می باشند. آلکالوئیدها (مورفین، کدئین، آتروپین)، ترپنوئیدها، فلاونوئیدها، رنگیزه هاو تانن‌ها از جمله مهم‌ترین این ترکیبات هستند. سلولهای گیاهی مقادیر متنوعی از این فرآورده‌ها را تولید می‌کنند. بسیاری از این ترکیبات سمی هستند و اغلب در وزیکول‌های خاص یا واکوئول‌ها ذخیره می‌شوند. این نوع ذخیره-سازی از یک طرف نوعی سمیت زدایی برای گیاه است و از طرف دیگر نوعی مخزن ذخیره برای موادی نظیر مولکول‌های غنی از نیتروژن است. اگر چه متابولیت‌های ثانویه گیاهی بسیار رایج هستند، اما هر گیاهی قادر به تولید هر نوع ترکیب ثانویه‌ای نیست و برخی ترکیبات نیز تنها منحصر و محدود به گونه خاصی هستند. اهمیت متابولیت‌های ثانویه برای گیاهان از ماهیتی

¹ Secondary Metabolites in Plants