فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول : مقدمه

۱-۱-کلیات ۷

فصل دوم : بررسی منابع

۲-۱- منشاء و خصوصیات گیاهی ۱۰

۲-۲- مواد مؤثره و ترکیبات شیمیایی ۱۲

۲-۳- استخراج اسانس ۱۴

۲-۴- اثرات دارویی ۱۴

۲-۵- تنش های محیطی ۱۷

۲-۶- تعریف شوری ۱۷

۲-۷- شوری و اثرات آن در مراحل مختلف رشد ۱۸

۲-۷-۱- اثرشوری روی جوانه زنی گیاهان ۱۸

۲-۷-۲- اثرات شوری در مرحله رشد رویشی و زایشی و مواد مؤثره ی گیاه ۲۲

۲-۸- فیزیولوژی مقاومت به شوری ۲۲

۲-۸-۱- اجتناب از شوری (جلوگیری از ورود یون زیاد) ۲۲

۲-۸-۲- تحمل شوری (اجازه به ورود یون) ۲۳

۲-۹- مکانیسم های تأثیر شوری بر گیاهان ۲۴

۲-۹-۱- اثر اسمزی شوری بر گیاه ۲۵

۲-۹-۲- اثر ویژه یون ها یا سمیت املاح ۲۷

۲-۱۰- سدیم و پتاسیم ۲۷

۲-۱۱- کلسیم ۲۹

۲-۱۲- منیزیم ۳۰

۲-۱۳- تنش ناشی از عدم تعادل یون ها یا کمبود تغذیه ای ناشی از شوری ۳۰

۲-۱۴- ارزیابی برای مقاومت به شوری و ملاک انتخاب ۳۰

۲-۱۴-۱- محیط های کشت ۳۰

۲-۱۴-۲- ملاک انتخاب ۳۱

فصل سوم : مواد و روش ها

۳-۱- مواد آزمایش ۳۳

۳-۲- جوانه زنی و رشد اولیه ۳۳

۳-۳- استقرار و رشد رویشی ۳۴

۳-۳-۱- ارتفاع بوته ۳۵

۳-۳-۲- طول ریشه ۳۵

۳-۳-۳- وزن خشک اندام هوایی ۳۵

۳-۳-۴- وزن خشک ریشه ۳۵

۳-۳-۵- تعداد برگ ۳۵

عنوان **صفحه**

۳-۳-۶- میزان جذب یون های Ca^{2+},K^{+},Na^{+} ۳۵
۳-۳-۷- نسبت K^{+}/Na^{+} و Ca^{2+}/Na^{2+} ۳۵
۳-۳-۸- اندازه گیری میزان اسانس ۳۷
۳-۳-۹- تجزیه و تحلیل های آماری ۳۷
فصل چهارم : نتایج و بحث
۴-۱- بررسی خصوصیات مورفولوژیکی مرتبط با تحمل به شوری در گیاه شنبلیله ۳۸
۴-۱-۱- درصد جوانه زنی ۳۸
۴-۱-۲- سرعت جوانه زنی ۳۸
۴-۱-۳- طول ساقه چه ۳۹
۴-۱-۴- طول ریشه چه ۳۹
۴-۱-۵- وزن خشک گیاهچه ۴۰
۴-۱-۶- ارتفاع اندام هوایی ۴۴
۴-۱-۷- طول ریشه ۴۴
۴-۱-۸- تعداد برگ ۴۴
۴-۱-۹- وزن تر اندام هوایی ۴۵
۴-۱-۱۰- وزن خشک اندام هوایی ۴۸
۴-۱-۱۱- وزن خشک ریشه ۴۸
۴-۲- بررسی برخی خصوصیات بیوشیمیایی مرتبط با تحمل به شوری در گیاه شنبلیله ۴۸
۴-۲-۱- غلظت سدیم در اندام هوایی ۴۸
۴-۲-۲- غلظت پتاسیم در اندام هوایی ۴۹
۴-۲-۳- غلظت کلسیم در اندام هوایی ۴۹
۴-۲-۴- نسبت پتاسیم به سدیم در اندام هوایی ۵۰
۴-۲-۵- نسبت کلسیم به سدیم در اندام هوایی ۵۴
۴-۲-۶- غلظت سدیم در ریشه ۵۴
۴-۲-۷- غلظت پتاسیم در ریشه ۵۴
۴-۲-۸- غلظت کلسیم در ریشه ۵۵
۴-۲-۹- نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه ۵۵
۴-۲-۱۰- نسبت کلسیم به سدیم در ریشه ۵۶
۴-۳- بررسی برخی خصوصیات مورفولوژیکی مرتبط با تحمل به شوری در ریحان ۶۰
۴-۳-۱- درصد جوانه زنی ۶۰
۴-۳-۲- سرعت جوانه زنی ۶۰
۴-۳-۳- طول ساقه چه ۶۰
۴-۳-۴- طول ریشه چه ۵۹
۴-۳-۵- وزن خشک گیاهچه ۵۹
۴-۳-۶- ارتفاع اندام هوایی ۶۳
۴-۳-۷- طول ریشه ۶۳

عنوان **صفحه**

۴-۳-۸- تعداد برگ ۶۳
۴-۳-۹- وزن تر اندام هوایی ۶۴
۴-۳-۱۰- وزن خشک اندام هوایی ۶۴
۴-۳-۱۱- وزن خشک ریشه ۶۵
۴-۳-۱۲- میزان اسانس درصد گرم ماده خشک ۶۸
۴-۴- بررسی برخی خصوصیات بیوشیمیایی مرتبط با تحمل به شوری در ریحان ۶۸
۴-۴-۱- غلظت سدیم در اندام هوایی ۶۸
۴-۴-۲- غلظت پتاسیم در اندام هوایی ۶۹
۴-۴-۳-غلظت کلسیم در اندام هوایی ۶۹
۴-۴-۴- نسبت پتاسیم به سدیم در اندام هوایی ۷۰
۴-۴-۵- نسبت کلسیم به سدیم در اندام هوایی ۷۴
۴-۴-۶- غلظت سدیم در ریشه ۷۴
۴-۴-۷- غلظت پتاسیم در ریشه ۷۴
۴-۴-۸- غلظت کلسیم در ریشه ۷۵
۴-۴-۹- نسبت پتاسیم به سدیم در ریشه ۷۵
۴-۴-۱۰- نسبت کلسیم به سدیم در ریشه ۷۶
۴-۵- همبستگی بین صفات ۸۰
۴-۶- نتیجه‌گیری ۸۷
۴-۷- پیشنهادات ۸۷
منابع ۹۰
چکیده انگلیسی .....

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲–۱-ترکیب مواد غذایی ریحان (۱۰۰ گرم ماده تر) ۱۱
جدول ۱-۳- نام و مقدار مواد شیمیایی مورد استفاده جهت تهیه محلول هوگلند ۳۴
جدول ۴-۱- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر روی برخی صفات در مرحله جوانه‌زنی شنبلیله ۳۹
جدول۴-۲- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی سه ژنوتیپ شنبلیله در چهار سطح شوری ۴۰
جدول۴-۳- بررسی اثر متقابل رقم در شوری بر روی برخی صفات در شنبلیله ۴۱
جدول۴-۴- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر روی برخی صفات مورفولوزیک در شنبلیله ۴۴
جدول ۴-۵- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک سه ژنوتیپ شنبلیله در چهار سطح شوری ۴۵
جدول ۴-۶- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر روی مقادیر عناصر در اندام هوایی شنبلیله ۴۹
جدول ۴-۷- مقایسه میانگین میزان عناصر در اندام هوایی سه ژنوتیپ شنبلیله ۵۰
جدول ۴-۸- بررسی اثر متقابل رقم در شوری بر روی مقادیر عناصر در اندام هوایی شنبلیله ۵۱
جدول۴-۹- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر روی مقادیر عناصر در ریشه شنبلیله ۵۵
جدول۴-۱۰- مقایسه میانگین میزان عناصر در ریشه سه ژنوتیپ شنبلیله ۵۶
جدول ۴-۱۱- بررسی اثر متقابل رقم در شوری بر روی مقادیر عناصر در ریشه شنبلیله ۵۷
جدول ۴-۱۲- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر روی برخی صفات در مرحله جوانه‌زنی ریحان ۶۰
جدول۴-۱۳- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی سه ژنوتیپ ریحان در چهار سطح شوری ۶۱
جدول۴-۱۴-بررسی اثر متقابل رقم در شوری بر روی طول ساقه‌چه در ریحان ۶۲
جدول ۴-۱۵- نتایج تجزیه واریانس بر روی برخی صفات مورفولوژیک در ریحان ۶۶
جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین برخی صفات مورفولوژیک و میزان اسانس در سه ژنوتیپ ریحان در چهار سطح شوری ۶۷
جدول ۴-۱۷- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر روی مقادیر عناصر در اندام هوایی ریحان ۷۱
جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین میزان عناصر دراندام هوایی سه ژنوتیپ ریحان ۷۲
جدول ۴-۱۹- بررسی اثر متقابل رقم در شوری بر روی عناصر در اندام هوایی ریحان ۷۳
جدول ۴-۲۰- نتایج تجزیه واریانس اثر شوری بر روی مقادیر عناصر در ریشه ریحان ۷۷
جدول ۴-۲۱- مقایسه میانگین میزان عناصر درریشه سه ژنوتیپ ریحان ۷۸
جدول ۴-۲۲- بررسی اثر متقابل رقم در شوری بر روی مقادیر عناصر در ریشه ریحان ۷۹
جدول ۴-۲۳- ضرایب هبستگی ساده بین اندازه‌گیری شده در گیاه شنبلیله ۸۱
جدول ۴-۲۴- ادامه ضرایب هبستگی ساده بین اندازه‌گیری شده در گیاه شنبلیله ۸۲
جدول ۴-۲۵- ادامه ضرایب هبستگی ساده بین اندازه‌گیری شده در گیاه شنبلیله ۸۳
جدول ۴-۲۶- ضرایب هبستگی ساده بین اندازه‌گیری شده در گیاه ریحان ۸۴
جدول ۴-۲۷- ادامه ضرایب هبستگی ساده بین اندازه‌گیری شده در گیاه ریحان ۸۵
جدول ۴-۲۸- ادامه ضرایب هبستگی ساده بین اندازه‌گیری شده در گیاه ریحان ۸۶

فصل اول

مقدمه

۱-۱- کلیات

شوری خاک به عنوان یک عامل محیطی غیر زنده تنش‌زا از مهمترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان زراعی به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان محسوب می‌شود و به عنوان مشکلی مهم در کشاورزی آبی شناخته شده‌است (میر محمدی میبدی و قره یاضی،۱۳۸۱). اگر چه شوری مدت‌ها قبل از انسان و کشاورزی وجود داشته، اما این مشکل بوسیله عملیات کشاورزی مانند آبیاری تشدید گردیده‌است. امروزه حدود ۲۰ درصد از زمین‌های زراعی جهان و تقریبا نزدیک به نیمی از زمین‌های فاریاب دستخوش شوری می‌باشند(هاشمی نیا و همکاران، ۱۳۷۶؛ زو، ۲۰۰۱).

با وجود اینکه وسعت اراضی شور در جهان تقریبا معلوم نیست ولی مساحتی بین ۳۴۰ تا ۹۶۰ میلیون هکتار برای آن تخمین زده شده‌است (میر محمدی میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).که حدود سه برابر مساحتی است که توسط کشاورزان کشت می‌شود (ردی و اینگار، ۱۹۹۹). مشکل شوری در بسیاری از نواحی خشک و نیمه خشک جهان دو چندان می باشد (بلوم، ۱۹۸۸) به طوریکه شوری، سدیمی شدن و سمیت یون‌ها از جمله مسائلی می‌باشند که ما نع گسترش کشاورزی پایدار این گونه مناطق می‌شوند (افیونی و همکاران، ۱۳۷۶).

ایران دارای اقلیم گرم و خشک بوده و مجموع خاک‌های شور و سدیمی در آن حدود ۲۷ میلیون هکتار تخمین زده می‌شود که بیش از نیمی از زمین‌های قابل کشت می‌باشد. این امر باعث تکامل مکانیزم‌های تحمل به شوری در گیاهان زراعی و بومی در اثر کشت متوالی در این مناطق گشته است (رضوانی مقدم و کوچکی، ۲۰۰۱). از طرف دیگر بخش وسیعی از اراضی تحت آبیاری در کشور نیز در معرض خطر جدی شوری قرار داشته و همه ساله آب بیشتری را برای شستشوی نمک از این اراضی مطالبه نموده و از این طریق موجب کاهش بازده مصرف آب گردیده و پایداری زراعت در این گونه اراضی را مورد تهدید جدی قرار می‌دهد (میر محمدی میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). شور شدن طبیعی خاک‌های زراعی موجود یکی از مهمترین تنش‌هایی است که کشاورزی دنیا با آن روبه‌رو بوده و در آینده نه چندان دور به طور جدی با آن دست به گریبان خواهد شد. از طرفی پاسخ گیاهان به تنش شوری بسیار پیچیده است این پاسخ از غلظت نمک، نوع یون‌ها، عوامل مختلف محیطی و مرحله رشد و نموی گیاه تأثیر می‌پذیرد .از یک سو تنش اسمزی تحت

شرایط شوری باعث آبگیری بافت‌های گیاهی می‌شود و از سوی دیگر مسمومیت یونی در اثر تجمع یون‌های خاص، بویژه سدیم ایجاد می‌گردد که موجب اختلال در واکنش‌های متابولیک گیاه می شوند. برای مقابله با این تنش‌ها، در شرایط شوری کم و ملایم، گیاهان با افزایش غلظت مواد محلول، فشار اسمزی داخلی خود را حفظ می‌کنند (سوباراکو و جانسون، ۱۹۹۹).

در غلظت‌های بالای نمک، گیاهان با ورود و خروج یون‌ها، میزان Na^+ درون سیتوپلاسم را کاهش داده و با ثابت نگه داشتن غلظت یون پتاسیم نسبت Na^+/k^+ را پائین نگه می‌دارند (حاجیلویی، ۱۳۷۷). این مکانیسم در حدی بر اثرات سوء ناشی از تنش شوری مؤثر است که Na^+/K^+ در گیاهان به عنوان یکی از خصوصیات مهم جهت تفکیک گونه‌های متحمل از حساس گزارش شده است (ویمبرگ، ۱۹۸۷؛ امیلن و همکاران، ۱۹۹۱). اگر چه گیاهان ممکن است هیچ علامتی برای کمبود آب و یا مواد غذایی و یا واکنش‌های متابولیکی در شوری‌های ملایم و کم از خود بروز ندهند ولی انرژی اضافی که صرف بقای گیاه در این شرایط می‌گردد باعث محدود شدن محصولات فتوسنتزی لازم برای رشد گیاه می‌گردد (گالی و زرونی، ۱۹۸۵).

امروزه گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی هستند که به صورت خام یا فراوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده و بهره‌وری قرار می‌گیرند. گیاه درمانی، اعلام ممنوعیت سازمان بهداشت جهانی مبنی بر عدم استفاده از رنگ‌ها و اسانس‌های سنتتیک و عوارض جانبی داروهای مصنوعی در سال‌های اخیر باعث رونق کشت و صنعت گیاهان دارویی شده است (ملا فیلابی، ۱۳۷۹).

یکی از گیاهان مورد مطالعه شنبلیله است که گیاهی است یک‌ساله و علفی که به عنوان گیاهی خوراکی و دارویی کشت می‌شود. این گیاه در درمان بسیاری از بیماری‌ها از جمله دیابت، نقرس، سل و زخم معده مو ثر بوده و با توجه به درصد بالای آهن در این گیاه مورد استفاده بیماران خونی است از ترکیبات شیمیایی شمبلیله می‌توان استروئیدها، آلکلوئیدهای تریگونلین، ریبوفلاوین، تریگو کومازین، اسید نیکوتینیک، پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین A، C، B_{12}، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و همچنین بسیاری از عناصر معدنی از جمله کلسیم، آهن، سدیم و پتاسیم را نام برد (نیکنام و کیانی،۱۳۸۳). در بسیاری از کشورها این گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک رشد می‌کند جایی که غلظت باالای نمک از خصوصیات حائز اهمیت خاک‌ها می‌باشد که بر جوانه زنی بذرها تاثیر می‌گذارد (میرسا و دیوید،۲۰۰۴).

تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی تحت کنترل ژنتیکی است ، ولی عوامل محیطی بویژه شرایط تنش‌زا ، نقش عمده‌ای در کمیت و کیفیت این مواد به عهده دارند (فرات و لوات، ۱۹۹۹). تحمل به شوری در گیاهان آروماتیک هم به میزان رشد و هم به تولید متابولیت‌های ثانویه بستگی دارد. این دو فاکتور در میزان محصول نهایی و میزان اسانس نقش دارند. در واقع، در گیاهان آروماتیک عطر، طعم و خواص دارویی مربوط به متابولیت‌های ثانویه‌شان همواره مورد توجه است (ازیزا و همکاران، ۲۰۰۸).

تغییر در میزان اسانس و محتوای آن در نتیجه استرس‌های محیطی، از قبیل تنش شوری (انصاری و همکاران، ۱۹۹۸؛ دارمندرا و همکاران، ۱۹۹۷؛ ازتورک و همکاران، ۲۰۰۴ و طباطبایی و همکاران، ۲۰۰۷) و تنش خشکی (باهر و همکاران، ۲۰۰۲ و کپرزاده و همکاران، ۲۰۰۳) باعث کاهش ارزش محصولات آروماتیک در بازار می‌شود. گیاهان آروماتیک به دلیل افزایش روز افزون بازارهای داخلی و خارجی برای استفاده از محصولات‌شان دارای اهمیت اقتصادی مهمی هستند (خلید، ۲۰۰۶).

یکی دیگر از گیاهان مورد مطالعه در این پژوهش ریحان است. ریحان گیاهی یکساله، علفی و معطر که منشأ آن ایران، افغانستان و هند گزارش گردیده است. ریحان به عنوان گیاهی اشتها آور، ضد انگل، خلط آور، ضد نفخ و محرک شناخته شده است (زرگری، ۱۳۷۲؛ امید بیگی، ۱۳۷۹). از ریحان اسانسی تهیه می‌شود به نام اسانس بازیلیک یا روغن ریحان که معروف است و مصارف درمانی مختلفی دارد (هاشمی نژاد و بهادری، ۱۳۸۷).

درصد بالایی از داروهای مورد استفاده مردم کشورهای پیشرفته منشأ گیاهی دارد. با توجه به روند افزایشی توسعه‌ی اراضی شور و کمبود اراضی زراعی مطلوب برای کشاورزی، شناسایی گیاهان دارویی مقاوم به شوری اهمیت زیادی دارد (سلامی و همکاران، ۱۳۸۴).

فصل دوم

بررسی منابع

۲-۱-منشأ و خصوصیات گیاهی شنبلیله و ریحان

شنبلیله با نام علمی *Trigonella foenum*- graecum متعلق به خانواده (Leguminosae) می‌باشد. گیاهی است علفی و یکساله که بعنوان گیاهی خوراکی و دارویی کشت می‌شود. دارای ساقه‌ای راست با برگ‌هایی سه تایی و گل‌های زرد متمایل به بنفش است. میوه آن غلافی به طول ۱۰ تا ۱۲ سانتیمتر و پهنای آن ۰/۵ تا ۱ سانتیمتر است و محتوی دانه‌ها زرد رنگ است. فصل کشت آن بهار بوده و زمان گلدهی آن ماه‌های فروردین و اردیبهشت می‌باشد، زمان برداشت این گیاه تیر و مرداد ماه می‌باشد (هاشمی نژاد و بهادری). در ایران حدود ۵۸ گونه آن شناخته شده است (نیکنام و کیانی،۱۳۸۳).

موطن گیاه شنبلیله مدیترانه بوده و در آناتولی، سوریه، عراق، ایران، افغانستان، پاکستان، قفقاز، عربستان و اتیوپی و در مکان‌هایی که زمین به مقدار کافی از مواد آهکی غنی باشد می روید. در بسیاری از نقاط ایران به صورت نیمه خودرو و کاشته شده وجود دارد (هاشمی نژاد و بهادری).

این گیاه در طول رویش به هوای گرم نیاز دارد. اگر چه در خاک‌های شنی و فقیر می‌روید ولی برای کشت انبوه این گیاه باید از خاک‌های آهکی و غنی از مواد و عناصر غذایی استفاده کرد. آب کافی نقش عمده ای در افزایش عملکرد دانه دارد. ۳۰ تا ۳۷ روز پس از سبز شدن بذرها، گل‌ها ظاهر می‌شوند و در حدود ۷ تا ۱۸ روز گل‌ها روی گیاه ظاهر می‌شوند. میوه‌ها ۶۰ تا ۹۰ روز پس از سبز شدن بذر می‌رسند (امیدبیگی، ۱۳۸۷).

ریحان با نام علمی *Ocimum basilicum* که در انگلیسی Sweet basil نامیده می‌شود. این گیاه دارای سابقه کشت ۳۰۰۰ ساله است و از دیرباز به وسیله مردم اروپا و آسیا در مراسم مذهبی وآیین های سنتی مورد استفاده قرار می گرفته است (ویرا، ۱۹۹۹). منشاء این گیاه نا مشخص است و ممکن است از افغانستان

(زرگری، ۱۳۷۲)، ایران (زرگری، ۱۳۷۲ و امیدبیگی، ۱۳۷۹b) و هند (امیدبیگی، ۱۳۷۹b) منشاء گرفته باشد. ریحان از آسیای صغیر به یونان و روم، اروپا و شمال آمریکا برده شد (بونار، ۱۹۸۵) . در قرن شانزدهم ۴ گونه از ریحان شناسایی شد (جرارد، ۱۹۷۵). در قرن ۱۸، باغداران اروپایی بذور ریحان را از سراسر جهان جمع آوری کردند که منجر به نامگذاری شصت رقم ریحان شد (دباگیو، ۱۹۹۶). لینه گیاه شناس سوئدی در سال ۱۹۷۲، هشت گونه و بنتهام گیاه شناس انگلیسی ۹-۷ گونه و ۹ رقم از این گیاه را طبقه بندی کرد و جان بریکوئیت در سال ۱۹۳۰ توانست ۴۷ گونه ریحان را طبقه بندی کند (دباگیو، ۱۹۹۶).

خوسلا (۱۹۹۵) سه مرکز تنوع را برای گیاه ریحان ذکر می کند که عبارتند از: مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر آفریقا، مناطق گرمسیر آسیا و مناطق گرمسیر جنوب آمریکا. از قدیم الایام گیاه ریحان را در مصر پرورش می داده‌اند. بعدا" یونانیها و سپس رومی‌ها پی به وجود آن بردند (زرگری، ۱۳۷۲). گیاه شناسان مغرب زمین، ریحان را می شناخته اند. امروزه نه تنها ریحان در هر دو نیمکره پرورش می یابد، در غالب نواحی مردابی که پشه و حشرات فراوان دارد، گلدان آن در دهانه پنجره منازل، جهت دفع حشرات گذاشته می شود (زرگری، ۱۳۷۲).

Ocimum از کلمه یونانی Okimum مشتق شده و به معنای بو، می باشد. تئو فراستوس در حدود ۳۰۰ سال پیش از میلاد کلمه Ocimum را برای ریحان بکار برد (بوون، ۱۹۹۵). نام گونه *basilicum* که از رایج ترین انواع ریحان می باشد از کلمه یونانی basilikon به معنای پادشاه گرفته شده است (دباگیو، ۱۹۹۶) امروزه ریحان بطور تجاری در کشورهای فرانسه، مجارستان، اندونزی، مراکش، ایالات متحده (کالیفرنیا و هاوایی)، اسپانیا، مصر و پاکستان و تقریبا در تمام مناطق گرم و معتدل دنیا کشت می شود (امیدبیگی،۱۳۷۹b و پراکاش، ۱۹۹۰). ریحان به راسته (Lamiaceae) و تیره نعناع تعلق داشته و جنس آن Ocimum می‌باشد (امیدبیگی، ۱۳۷۹a). هویت گیاه‌شناسی ریحان تا حدودی مورد بحث است و پلی مورفیسم و سهولت دگرگرده افشانی در این جنس باعث بوجودآمدن زیرگونه ها، رقم‌ها و فرمهای متعددی گردیده است (پراکاش، ۱۹۹۰؛ ماروتی و همکاران، ۱۹۹۶). به همین دلیل در جنس Ocimum تنوع زیادی از نظر مورفولوری و تیپ های شیمیایی وجود دارد (ماروتی و همکاران، ۱۹۹۶). این جنس شامل ۱۵۰-۳۰ گونه است (گرایر و همکاران، ۱۹۹۶) که مهمترین آن ها عبارتنداز:

(O. basilicum)، *(O. sanctum)*، *(O. gratissimum)*، *(O. canum)*، *(O. carnosum)* (امیدبیگی، ۱۳۷۹). در بین گونه های این جنس ریحان معمولی *(O. basilicum)* مهمترین گونه اقتصادی بوده و کشت آن در سراسر دنیا انجام می‌گیرد (ماروتی و همکاران، ۱۹۹۶). این گونه شامل بیش از ۶۰ رقم است (دباگیو، ۱۹۹۶). بخش عمده ای از اختلاف از تنوع فیزیکی حاصل از گرده افشانی متقاطع و سهولت دورگ‌گیری منتج می شود (دباگیو، ۱۹۹۶). تقریبا در بیشتر نقاط ایران از جمله شمال غربی (تبریز و ارومیه)، شمال، شمال شرقی (خراسان)، غرب (همدان و خرم آباد) و تهران (شهرری و کرج) کشت می شود (قهرمان، ۱۳۶۷).

ریحان معمولی گیاهی یکساله، علفی، معطر، ایستاده، تقریبا" بدون کرک، معطر و به ارتفاع ۶۰-۳۰ سانتی متر می باشد (امیدبیگی، ۱۳۷۹a و ۱۳۷۹b پراکاش، ۱۹۹۰). ریشه ریحان مستقیم و مخروطی شکل است و طول آن بین ۱۶-۱۰ سانتی متر می باشد. ساقه چهارگوش و مستقیم است و انشعاب های کم و بیش فراوانی دارد (امیدبیگی، ۱۳۷۹b). برگها دمبرگ‌دار، متقابل، تخم مرغی شکل با قاعده و انتهای مختصرا" باریک شده و یا در انتها نوک تیز با کناره صاف یا دارای دندانه های کوتاه می باشد (پراکاش، ۱۹۹۰).

گلها کوچک و به رنگ سفید، صورتی روشن و گاهی بنفش که به صورت مجتمع روی چرخه هایی در انتهای ساقه های اصلی و فرعی ظاهر می شوند. در هر چرخه ۱۷ تا ۱۸ گل قرار می گیرد (زرگری، ۱۳۷۲ و امیدبیگی، ۱۳۷۹b).

بذر آن سیاه رنگ یا قهوه ای تیره است. وزن هزار دانه ۱/۲ تا ۱/۸ گرم است. بذر ریحان بین چهار تا پنج سال از قوه رویشی مناسب برخوردار است و در شرایط مناسب ۱۴ تا ۲۱ روز پس از کشت سبز می شود. دوره رویشی ریحان بین ۱۷۰ تا ۱۸۰ روزاست و بر حسب شرایط اقلیمی محل رویش دو و یا حتی سه بار می توان اقدام به برداشت پیکر رویشی آن نمود. عملکرد پیکر رویشی خشک ۱/۲ تا ۲ تن در هکتار و عملکرد پیکر رویشی تازه ۸ تا ۱۰ تن و در شرایط مساعد حتی تا ۱۲ تن در هکتار می رسد (پراکاش، ۱۹۹۰). عملکرد اسانس ۸ تا ۱۰ کیلوگرم و عملکرد بذر نیز ۶۰۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد (امیدبیگی، b ۱۳۷۹).

۲-۲- مواد مؤثره و ترکیبات شیمیایی شنبلیله و ریحان

از ترکیبات شیمیایی شنبلیله می‌توان استروئیدها، آلکلوئیدهای تریگونلین، ریبوفلاوین، تریگوکومازین، اسید نیکوتینیک، پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین‌های B_{12}،A، C، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین و همچنین بسیاری از عناصر معدنی از جمله کلسیم، آهن، سدیم و پتاسیم را نام برد [نیکنام و کیانی، ۱۳۸۳]. برگ‌ها حاوی ۳۵ کالری برای هر صد گرم ماده خشک می‌باشند، هر صد گرم برگ شامل ۶/۴ گرم پروتیین، ۲/۶ گرم کربوهیدرات و ۲/۰ گرم چربی است. قسمت مورد مصرف شنبلیله از نظر دارویی، دانه‌های آن است. ترکیبات دانه‌ها به شرح زیر هستند:

۱- روغن

۲-اسانس

۳- تانن، رزین

۴- آلکالوئید که به نام تری گونلین است و میزان آن در دانه ۰/۳۸-۰/۱۲ درصد است.

۵- پروتئین: شامل ۲۵ درصد گلوبولین، ۲۰ درصد آلبومین آلفا و بتا و۵۵ درصد نوکلئوپروتئین است.

۶- کولین

۷- موسیلاژ: خاصیت ملین دانه به دلیل موسیلاژی بودن آن است.

۸- مواد فسفر دار

۹- مواد معدنی

۱۰- مواد نشاسته‌ای و قندی

۱۱- پکتین، نیاسین

۱۲- فلاوونوییدها

یکی از مهم‌ترین ترکیب‌های موجود در دانه شنبلیله ساپونین و ساپوژنین می‌باشد (ریاست، ۱۳۸۰). ارزش غذایی برگ خشک شده ریحان در جدول ۲-۱ نشان داده شده است. ریحان حاوی مقادیر زیادی از ترکیبات فنولیک (خصوصا رزمارینیک اسید و کافئیک اسید) می باشد (زگورکا و گلونیاک، ۲۰۰۱). بذر آن حاوی موسیلاژ بوده و برای معالجه گلودرد مورد استفاده قرار می گیرد (امیدبیگی، ۱۳۷۹b و پراکاش، ۱۹۹۰). پیکر رویشی ریحان حاوی اسانس است. اسانس‌ها گروه متنوعی از تولیدات طبیعی هستند که به

عنوان مواد معطر و طعم دهنده در فرآورده های غذایی، صنعتی و دارویی مورد استفاده قرار می گیرند (امیدبیگی،b ۱۳۷۹؛ چارلز و سیمون، ۱۹۹۰).

اسانسها عمدتا از ترپنها و ترکیبات آروماتیک پلی‌پروپانویید که به ترتیب از مسیرهای بیوسنتزی استات-اسید موالونیک و اسید شیکمیک حاصل می آیند تشکیل یافته اند (چارلز و سیمون، ۱۹۹۰). مقدار اسانس و ترکیب اجزا متشکله آن متاثر از خصوصیات ژنتیک گیاه و فاکتورهای محیطی است (برنات، ۱۹۸۶). مقدار اسانس گیاه ریحان که به اسانس بازیلیک (Essence the basilica) موسوم است با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش، بین ۰/۵ تا ۱/۵ درصد متغیر است (سیمون و همکاران، ۱۹۹۰). اسانس ریحان (Oil of basil) مایعی به رنگ مایل به زرد و یا مایل به سبز است. بوی معطر و وزن مخصوصی بین ۰/۹۰۵ تا ۰/۹۳۰ گرم دارد. در آب غیر محلول ولی در دو برابر حجم خود الکل ۸۰ درجه حل می شود. اسانس ریحان توسط اتر و کلروفرم قابل حل نیست (زرگری، ۱۳۷۲).

جدول ۲-۱: ترکیب مواد غذایی ریحان (۱۰۰ گرم ماده تر) (پراکاش، ۱۹۹۰).

مواد	مقدار
آب	۶/۴ – ۶/۱ گرم
انرژی غذایی	۲۵۱ کیلوکالری
پروتئین	۱۴/۴– ۱۱/۹ گرم
چربی	۴ – ۳/۶ گرم
کربوهیدرات کل	۶۱ – ۴۵ گرم
فیبر	۱۸ – ۱۷ گرم
خاکستر	۱۶/۷ – ۱۴/۳ گرم
کلسیم	۲۱۱۳ میلی گرم
آهن	۴۲ میلی گرم
منیزیم	۴۲۲ میلی گرم
فسفر	۴۹۰ میلی گرم
پتاسیم	۳۴۳۳ میلی گرم
سدیم	۳۴ میلی گرم
روی	۶ میلی گرم
اسکوربیک اسید	۶۲ میلی گرم
تیامین	۰/۱ میلی گرم
ریبو فلاوین	۰/۳ میلی گرم
نیاسین	۶/۹ میلی گرم
ویتامین آ (بصورت بتا-کاروتن)	۹۳۷۵ واحد بین المللی

۲-۳- استخراج اسانس در گیاه ریحان

مقدار اسانسی که از بافت های گیاهی به دست می آید بسته به اندام گیاهی، مرحله نمو گیاه و روش استخراج متغیر است (امیدبیگی، a۱۳۷۹؛ پراکاش، ۱۹۹۰). اسانسی که از گل‌ها به دست می آید از نظر کیفیت بهتر از اسانسی است که از کل اندام رویشی گیاه استخراج می گردد (پراکاش، ۱۹۹۰). برای به دست آوردن اسانسی با کمیت و کیفت بالا توصیه می‌شود که اندام رویشی (برگ‌ها، سرشاخه‌ها، و گل‌های تازه یا خشک شده) گیاه ریحان در مرحله تمام گل برداشت گردد (امیدبیگی،b ۱۳۷۹؛ چارلز و سیمون؛ ۱۹۹۰ و پراکاش، ۱۹۹۰).

اسانس ریحان سبکتر از آب بوده و جداسازی آن از مخلوط اسانس- آب به راحتی امکان پذیر است (پراکاش، ۱۹۹۰). چون اسانس‌ها از ترکیبات متفاوتی برخوردارند، استخراج آنها از گیاهان به یک صورت انجام نمی‌گیرد و برای استخراج هر یک باید از روش مناسب خاص خود استفاده نمود. به طور کلی، سه روش برای استخراج مواد مذکور وجود دارد که عبارتند از : تقطیر با آب و بخار، استخراج به وسیله حلال های شیمیایی و فشردن گیاه در حرارت معمولی. استخراج اسانس به روش تقطیر، نسبت به روش‌های دیگر، کاری ساده تر است و از کمیت بیشتر و کیفیت بهتری برخوردار است (اکبری و همکاران، ۱۳۸۵).

۱- سیستم تقطیر با آب (Hydro-distillation or Water distillation): درمورد گیاهانی به کار برده می‌شود که خشک باشند. درصورتی که از گیاه تازه به ویژه برگ آن استفاده شود امکان دارد در اثر جوشیدن (آب) نتیجه خوبی عاید نشود (جایمند و همکاران، ۱۳۸۵؛ کریمی، ۱۳۶۸). دراین روش، اندام گیاه مورد نظر پس از قرار گرفتن در آب تحت تاثیر حرارت تا حد لازم حالت «دم کرده» پیدا می کند و از بخارهای برآمده از آن، اسانس بدست می آید (امیدبیگی، ۱۳۷۶).

۲- سیستم تقطیر با بخار و آب (Water and steam distillation): درمورد گیاهان خشک یا تازه بکار می‌رود که ممکن است در اثر جوشیدن درآب فاسد شوند و یا میزان استخراج اسانس از آنها کم باشد.در این سیستم، آب واندام گیاه مورد نظر مجاور هم ولی در عین حال به صورت جدا از یکدیگر قرار می گیرند، به طوریکه درقسمت تحتانی سیستم، آب در حال بخار و در ناحیه فوقانی آن بر روی صفحات متخلخل بافت‌های گیاهی قرار می‌گیرند (جایمند و همکاران، ۱۳۸۵ و کریمی، ۱۳۶۸).

۳- سیستم تقطیر با بخار (steam distillation): در مورد گیاهان اسانس دار تازه بکار می رود. گیاه پس از جمع آوری و آماده کردن (حذف علفها و مواد زائد) داخل محفظه مخصوص گیاه در دستگاه تقطیر جای می گیرد (جایمند و همکاران، ۱۳۸۵؛ کریمی ۱۳۶۸). در این سیستم، اندام گیاه مورد نظر صرفا" تحت تاثیر بخار آب با فشار کم (یک دهم واحد بار) قرار می‌گیرد و بخار پس از عبور از توده گیاه، اسانس آن را در قسمت سرد کن سیستم جمع می کند (جایمند و همکاران، ۱۳۸۵؛ کریمی، ۱۳۶۸).

نگه‌داری اسانس باید در ظروف کاملا" مهر و موم شده، در محل سرد و دور از تابش مستقیم آفتاب صورت گیرد (پراکاش، ۱۹۹۰ و زرگری، ۱۳۷۲).

۲-۴- اثرات دارویی شنبلیله و ریحان

شنبلیله در کشور ما نه تنها به عنوان سبزی بلکه به عنوان یک گیاه دارویی نیز مورد توجه است. این گیاه در درمان بسیاری از بیماری‌ها از جمله دیابت، سل و زخم معده مؤثر بوده و با توجه به درصد بالای آهن در

آن مورد استفاده بیماران خونی است. گزارش شده که از دم‌کرده شنبلیله به عنوان هضم کننده، ضد سرفه، و محرک غدد شیری مادران به کار می‌رود. مقدار این دم‌نوش نیم تا ۵ گرم از پودر در یک چهارم لیتر آب می‌باشد که ۲تا ۳ بار در روز از آن می‌آشامند. عطر و طعم آن ناخوشایند بوده و به همین خاطر می‌توان اسانس نعناع یا پرتغال به آن اضافه نمود. در دامپزشکی نیز برای ازدیاد شیر، دانه‌های شنبلیله را به دام‌ها می‌خورانند. سرشاخه‌های آن را نیز که همین اثرات را دارند، می‌توان بعنوان علوفه به مصرف حیوانات رساند. مصرف پودر دانه‌های شنبلیله سبب کاهش کلسترول شده و گلوکز خون را به طور محسوسی کاهش می‌دهد. در مصرف خارجی از دانه‌های خرد شده آن برای تهیه ضمادهای گرم علیه اکیموزها، آماس‌ها و اولسرها استفاده می‌شود (هاشمی نژاد و بهادری، ۱۳۸۷).

از ریحان به عنوان گیاهی دارویی، ادویه ای و همچنین به عنوان سبزی تازه استفاده می شود (امیدبیگی، ۱۳۷۹ b). ریحان دارای طبع گرم و خشک است (فلاحتگرلیش، ۱۳۸۳). ریحان به عنوان ادویه در تهیه سوپ ها، خوراک گوشت و ماهی، مرغ، برخی پنیرها، خوراک بادمجان و کدوی زوخینی (مسمایی)، نخود و لوبیای پخته شده و... مورداستفاده قرار می گیرد (پراکاش، ۱۹۹۰). اسانس ریحان امروزه کاربرد وسیعی در تهیه عطرها، دهان شویه ها، صابون ها و شامپوها دارد (ماروتی و همکاران، ۱۹۹۶). اسانس ریحان خاصیت ضد قارچ و باکتری داشته (امیدبیگی، ۱۳۷۹b) و دفع کننده حشرات است (پراکاش، ۱۹۹۰ و گرایر و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین برای ایجاد طعم مشخص و یا خوشبوکردن فراورده های مورد مصرف در دهان و دندان کاربرد دارد (پراکاش، ۱۹۹۰). مواد موثره اندام رویشی این گیاه اشتها آور است و برای معالجه نفخ شکم و کمک به هضم غذا استفاده می‌شود. از این گیاه برای معالجه برخی ناراحتی‌های قلبی و همچنین برای مداوای بزرگ شدن طحال می توان استفاده کرد (امیدبیگی، ۱۳۷۹b).

همچنین ریحان به عنوان گیاهی ضدانگل، تب بر، افزایش دهنده ترشح عرق، خلط آور، ضد نفخ، محرک و مؤثر در بیماری‌های ریوی و سینه ای شناخته شده است. عصاره برگ‌های ریحان در درمان بیماری کروپ (Croup)، (حالتی است که در نتیجه انسداد حاد حنجره به علت آلرژی، جسم خارجی، عفونت یا تومور ایجاد می شود) مورد استفاده قرار گرفته و یک داروی معمول و رایج برای سرفه و تب است. اثر نارکوتیک (مخدر) مختصری داشته و تحریک گلو (سوزش) را کاهش می دهد (پراکاش، ۱۹۹۰). همچنین به عنوان تمیز کننده بینی و یک داروی انحصاری برای گوش درد و نیز برای درمان بیماری های پوستی مورد استفاده واقع می‌شود. این گیاه همچنین در پزشکی هومئوپاتی (Homoeopathic medicine) کاربرد دارد. بذر آن حاوی موسیلاژ (لعاب) بوده و آرام بخش، است (پراکاش، ۱۹۹۰). ریشه آن پادزهری مؤثر برای مارهای سمی و خصوصا" سوسمارهای سمی و زهردار است (بوچانان، ۱۹۹۵). عصاره برگ ها برای رفع گوش درد و ضعف شنوایی بداخل گوشها ریخته می شود. برگ ریحان همچنین برای درمان آسم بکار می رود (پراکاش، ۱۹۹۰). خوردن ریحان برای درمان ضعف بینایی، خشک شدن شیر زنان (ریحان اثر زیاد کننده ترشحات شیر دارد و از این نظر از قدیم الایام مورد استفاده قرار می گرفته است) مفید می باشد (گرایر، ۱۹۷۵).

دمکرده ی این گیاه اثر ضد تشنج، نیرو دهنده، مقوی و مدر داشته و مصرف آن برای رفع سردرد، سرگیجه، دل پیچه ها، سرفه، سیاه سرفه، آنفلوانزا، نقرس، سینوزیت و آنژین توصیه شده است. نوشیدن دم‌کرده ریحان شیرین برای درمان قولنج (سرورالدین، ۱۳۶۱) و رفع اسهال مفید است (زرگری، ۱۳۷۲). هم چنین ریحان مقوی معده و ضد التهاب و برای رفع خستگی، دلشوره، دلپیچه و میگرن مصرف می شود

(رضوی، ۱۳۸۱). اگر آب برگ و بذر ریحان روی پایی که ورم کرده باشد مالیده شود بیماری معالجه می شود (سرورالدین، ۱۳۶۱). همچنین این گیاه تحلیل برنده ورم های داخلی بدن بوده و برای خفقان قلب نیز مفید است (خسروی، ۱۳۷۳).

از ریحان بطوری‌که در کتب مختلف درمانی منعکس است می توان در موارد مختلف به شرح زیر نتایج مفید به دست آورد:

۱– برگهای له شده ریحان اگر به مدت چند ساعت در گلاب خیسانده شود و سپس خیسانده حاصل را به صورت ضماد، بر روی محل خراش و ترک پستان اثر دهند، در درمان آن و التیام خراش، مؤثر واقع می شود (زرگری، ۱۳۷۲).

۲– دم کرده ۱۰-۲۰ گرم برگ ریحان در یک لیتر آب جوش پس از صاف کردن و افزودن شکر برای سهولت دستگاه هضم و هم چنین برای درمان حالت های تهوع و سر گیجه پس از هر غذا یک فنجان مصرف می شود (فلاحتگرلیش، ۱۳۸۳).

۳- اگر تعداد ۶ تا ۱۰ عدد برگ تازه ریحان را در یک فنجان آب جوش وارد کرده به حال خود بگذارند تا دم شود و سپس آن را با عسل شیرین نمایند و محلول حاصل را هنگام شب بعد از غذا مصرف نمایند، اثر رفع بیخوابی ظاهر می‌کند زیرا ریحان اثر مسکن عصبی دارد و در ایجاد خواب آرام مؤثر واقع می شود.

۴– دم کرده برگ ریحان و آویشن (*Thymus vulgaris*) را اگر با عسل شیرین کنند، محلولی به غلظت شربت رقیق به دست می آید که مصرف مقدار ۳ تا ۴ قاشق قهوه خوری از آن در روز، موجب رفع بی خوابی می‌شود (زرگری، ۱۳۷۲).

۵– جوشانده ۱۰-۷ گرم تخم ریحان در یک لیتر آب به عنوان داروی ضد اسهال و پیچش شکم استفاده می‌شود (فلاحتگرلیش، ۱۳۸۳).

۶- اگر تعداد ۲ ساقه برگدار از ریحان و یا دو گیاه کامل را به خوبی شسته، در یک لیتر آب جوشانده بطوریکه حجم مایع به ۳/۴ تقلیل یابد سپس به آن قند افزوده تا به غلظت شربت رقیق درآید، شربت حاصل اثر مسکن در بیماری برونشیت دارد. مقدار مصرف آن، ۳ قاشق سوپ خوری در هنگام روزاست.

۷– برگ تازه ریحان را اگر بر روی محل گزش حشرات و زنبور مالش دهند، در رفع ناراحتی های آن، اثر مسکن دارد (زرگری، ۱۳۷۲).

۸- جوشانده ریشه های ریحان برای تسکین سردرد و سرماخوردگی بکار می رود (دباگیو، ۱۹۹۶).

۹- جوشانده ۲۵ گرم برگ خشک ریحان در ۲۵۰ گرم آب به مدت ده دقیقه به صورت غرغره و شست و شوی دهان جهت درمان برفک، گلو درد و سایر التهابات دهان استفاده می شود (فلاحتگرلیش، ۱۳۸۳).

۱۰- نوشیدن دم‌کرده سرد ۲۰ گرم ریحان، تب را قطع کرده و داروی موثری برای معالجه گریپ است.

۱۱- دم‌کرده ۵۰ گرم ریحان که با عسل شیرین شده باشد، برای برطرف کردن تورم گلو و گلودرد و آنژین موثر است (زرگری، ۱۳۷۲).

۱۲- اگر ۵-۶ قطره اسانس ریحان روی یک حبه قند ریخته شود برای رفع تشنجات معدی و سردرد های با منشاء ضعف عمل دستگاه هضم موثر است (فلاحتگرلیش، ۱۳۸۳).

۱۳- نوشیدن یک فنجان دم‌کرده ریحان که شیرین شده باشد، بعد از هر غذا برای معالجه سردردهای میگرنی و سردردهای عصبی مفید است (زرگری، ۱۳۷۲).

۲-۵ -تنش‌های محیطی

براساس تعریف تنش نتیجه روند غیرعادی فرآیندهای فیزیولوژیکی است که از تأثیر یک یا ترکیبی از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود (لویت، ۱۹۸۰). مطالعات گسترده‌ای در مورد نقش عوامل محیطی مانند عوامل آب و هوایی(بارندگی، درجه حرارت، رطوبت، نور و باد)، عوامل غیر اقلیمی(رطوبت خاک، مواد غذایی، گازها، آفات و بیماری‌ها، رقابت با علف‌های هرز)، عوامل مدیریت زراعی و میزان نهاده‌های کشاورزی در کاهش یا افزایش رشد و نمو گیاه به انجام رسیده است(لویت، ۱۹۸۰). در حقیقت مقدار یا شدت نامناسب عوامل فوق می‌تواند به‌طور بالقوه برای موجود زنده مشکل ساز باشد و باعث تنش درگیاه یا اجزای آن و بروز آسیب‌های مستقیم و غیرمستقیم در گیاه یا اجزای آن شود. به عوامل محدودکننده فوق اصطلاح تنش‌های محیطی اطلاق می‌شود و به دو دسته تنش‌های زیستی و غیرزیستی تقسیم می‌شوند(میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

خسارت تنش‌های کمبود آب، شوری و دما به گیاهان زراعی در سطح جهان در مقایسه با سایر تنش‌ها گسترده‌تر است و به همین دلیل تنش‌های شوری و خشکی بیشتر مورد توجه‌اند(داگلاس، ۱۹۵۹).

۲-۶- تعریف شوری

در منابع علمی تعاریف گوناگونی از شوری شده است که به مهمترین آنها اشاره می‌شود به طورکلی غلظت بالای املاح در خاک یا آب آبیاری گیاه را با تنش شوری مواجه می‌سازد. تنش شوری(صرفنظر از مکانیسم شور شدن خاک) به‌دلیل تجمع بیش از حد کاتیون‌ها و آنیون‌ها در محلول خاک بروز می‌کند. این املاح در درجه اول سدیم، کلر و سپس بی‌کربنات‌ها، سولفات‌ها، کلسیم، منیزیم، بر و به‌ندرت نیترات‌ها می-باشند. وجود این املاح در مجموع به دو صورت باعث بروز خسارت در گیاهان می‌شود. تجمع بیش از حد نمک در محلول خاک، پتانسیل اسمزی محلول خاک را کاهش داده و گیاه در جذب آب با مشکل مواجه شده و دچار نوعی خشکی فیزیولوژیکی یا تنش اسمزی می‌گردد. از سوی دیگر به دلیل وجود یون‌های سمی در محلول خاک، گیاه با سمیت این گونه یون‌ها مواجه می‌گردد. یون‌های سمی عمدتاً کلر، سدیم و در برخی موارد بی‌کربنات می‌باشند (کوچکی و نصیری محلاتی، ۱۳۷۳). وقتی که غلظت یک یون بیش از حد مورد نیاز گیاه باشد، ممکن است باعث مسموم شدن گیاه شود. غلظت‌های متفاوت یون‌ها باعث مسموم شدن گیاه به درجات مختلف می‌شود(برزگر، ۱۳۷۹). اگر چه تنش شوری به‌خاطر حضور یون‌هاست، لیکن تفاوت فاحشی میان دو تنش شوری و تنش یونی وجود دارد. لویت معتقد است زمانی‌که غلظت نمک به حدی زیاد باشد که پتانسیل آب خاک را به میزان قابل توجهی(۰/۵ تا ۱ بار) کاهش دهد، شوری رخ می‌دهد. به وضعیتی که تنش وجود داشته باشد ولی غلظت نمک آنقدر نباشد که افت چشمگیری در پتانسیل آب ایجاد کند، تنش یونی اطلاق می‌شود(لویت، ۱۹۸۰).

به‌طور کلی شوری عبارتست از مقدار معینی از نمک‌های محلول مانند کلرورها، سولفات‌ها، بی‌کربنات‌ها و نیترات ها، به‌طوری‌که در پروفیل خاک پخش شده باشند و موجب کاهش رشد اکثر گیاهان گردد(هایوارد، ۱۹۸۴).

البته تعاریف دیگری هم درمورد شوری ارائه شده است، از جمله اینکه، به‌طور کلی به خاک‌هایی شور گویند که بیش از ۰/۱ درصد نمک داشته باشند. البته این تعریف ناقص است چون مستقل از اختصاصات

خاک و اساساً مستقل از ظرفیت نگهداری آب در خاک است (دیانت نژاد و بهفر، ۱۳۶۶). در یک طبقه‌بندی دیگر خاک حاوی ۰/۳ درصد نمک را خاک با شوری کم و خاک‌های حاوی ۰/۷ و یک درصد را به‌ترتیب خاک‌های با شوری متوسط و زیاد تعریف کرده‌اند (علیزاده و کوچکی، ۱۳۷۴).

البته هر خاکی حتی خاک‌های به اصطلاح شیرین دارای مقداری نمک می‌باشند و منظور از شوری در اینجا بیشتر مواد قابل انحلالی است که وجود آنها در خاک مستقیماً بر رشد گیاه تأثیر منفی می‌گذارد. به‌عبارت دیگر، خاک مواد شورکننده یا نمک‌های مضری را داشته باشد که گیاه در آن نتواند به‌طور نرمال رشد کند و این نمک‌ها حاصلخیزی و باروری خاک را کاهش می‌دهند. پس تراکم هر نمکی نمی‌تواند آلودگی ایجاد کند و حتی تراکم بعضی از نمک‌ها نه تنها برای گیاه مضر نمی‌باشد بلکه می‌تواند مفید هم باشد. برای مثال گچ و یا بی‌کربنات‌کلسیم در خاک مانع رشد گیاه نمی شود و در مقابل نمک‌های کربنات‌سدیم و یا بی-کربنات سدیم خطرناک‌ترین و زیان بخش‌ترین نمک‌ها هستند (رامشت، ۱۳۷۲).

۲-۷- شوری و اثرات آن در مراحل مختلف رشد

شوری برمراحل مختلف رشد تأثیر یکسانی ندارد. برای مثال برنج گیاهی است که در مرحله جوانه‌زنی به شوری مقاوم است ولی در مراحل اولیه رشد (اوایل مرحله گیاهچه‌ای) و مرحله گلدهی به شوری حساس می-باشد. چغندرقند در مرحله جوانه‌زنی حساس اما در مراحل بعدی رشد خود متحمل می‌باشد. گندم نیز در مرحله ظهور گیاهچه و مراحل اولیه رشد بیشتر از مراحل بعدی رشد به شوری حساس می‌باشد و این حساسیت در ارقام مختلف متفاوت است. تلاش‌های انجام گرفته برای ارزیابی تحمل به شوری در یک گونه براساس تحمل در مرحله جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه به‌طور کلی موفقیت‌آمیز نبوده است و تحمل به شوری در یک مرحله خاص رشدی به مراحل دیگر ربطی ندارد(کوچکی و همکاران، ۱۳۷۰).

با وجود مطالعه تأثیر شوری بر رشد و متابولیسم گیاهان در سطح وسیع توسط محققین دو دیدگاه در مورد تأثیر شوری برگیاهان وجود دارد. دیدگاه اول خسارت شوری بر گیاه را ناشی از کاهش پتانسیل آب خاک در اثر تجمع املاح (صدمه اسمزی) و ایجاد خشکی فیزیولوژیک در محیط ریشه دانسته و دیدگاه دوم نیز سمیت یون‌ها را عامل خسارت شوری می‌داند. اگر چه به‌نظر می‌رسد مجموعه‌ای از این دو عامل موجب بروز خسارت در گیاهان باشد(میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

در این بخش با توجه به هدف پایان نامه اثرات شوری بر رشد گیاه را در دو بخش اثر بر جوانه‌زنی و اثر بر رشد پس از جوانه‌زنی مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۲-۷-۱-اثر شوری روی جوانه‌زنی گیاهان

در گیاهانی که با بذر تکثیر می‌شوند، مرحله جوانه‌زنی به‌خاطر تأثیر بر روی تراکم گیاهان بسیار مهم و حساس می‌باشد. یون‌های موجود در خاک یا آب زراعی می‌توانند در این مرحله به‌صورت تحریک کننده و یا بازدارنده در جوانه زنی عمل کنند. تنش شوری عموماً باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود. در بین گونه‌های مختلف و حتی واریته‌های مختلف یک گونه از نظر مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی تفاوت‌های زیادی وجود دارد. جوانه‌زنی بذرها در محیط شور تحت تأثیر فشار اسمزی و سمیت نمک قرار می‌گیرد. با کاهش پتانسیل آب سرعت جذب آب به‌وسیله بذر تحت تأثیر قرار می‌گیرد. ولی

برای کاهش درصد جوانه‌زنی پتانسیل آب باید از حد معینی که برای هر گونه خاص متفاوت است, پایین‌تر رود. به عنوان مثال در جوانه‌زنی گیاهان نخودفرنگی, نخود ایرانی و ماش سرعت جذب آب در پتانسیل‌های ۰/۰۰۲- تا ۰/۰۰۵۵- مگاپاسکال (تقریباً ۰/۰۲ تا ۰/۰۵۵ بار) کاهش می‌یابد، در حالی که جوانه‌زنی این گیاهان در پتانسیل آب منفی‌تر از ۰/۳۸- مگا پاسکال تحت تأثیر قرار می‌گیرد. تیمارهای تدریجی و ناگهانی شوری نیز بر جوانه‌زنی بذرهای گیاهان تحت تیمار سطوح مختلف شوری اثرات یکسانی ندارند (میبدی و قره-یاضی، ۱۳۸۱). دویلز و همکاران (۱۹۹۴) یکی از مهمترین مراحل بحرانی زندگی گیاه را مرحله جوانه‌زنی می‌دانند.

باقری کاظم‌آباد و همکاران(۱۳۷۶) بر این عقیده‌اند که مرحله جوانه‌زدن بذر به علت اهمیت فوق‌العاده آن در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح، بسیار مهم و حیاتی است. تراکم کافی بوته در واحد سطح موقعی به‌دست می‌آید که بذرهای کاشته شده به‌طور کامل و با سرعت کافی جوانه بزنند.

اسمیت و دوبرنز (۱۹۸۷) عقیده دارند، اندازه‌گیری سرعت و درصد جوانه‌زنی بذوری که در معرض تنش شوری قرار دارند به‌عنوان یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گیاهان برای تنش شوری پذیرفته شده است. سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور از جمله مهمترین فاکتورهایی می‌باشند که تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرند. کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی احتمالاً به این دلیل است که تنش شوری علاوه بر مسمومیتی که در گیاه ایجاد می‌کند، باعث بالا رفتن پتانسیل اسمزی محیطی که بذور یا ریشه با آن در تماس است، می‌شود. بنابر گزارش برخی محققین، ریشه‌چه و ساقه‌چه بذر نیز تحت تأثیر شوری محیط رشد قرار می‌گیرند و وزن آنها در نتیجه شوری کاهش می‌یابد. مونز و ترمات (۱۹۸۶) اظهار داشتند شوری رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را کاهش می‌دهد و با افزایش شوری بر میزان این کاهش افزوده می‌شود.

حسینی و رضوانی مقدم (۱۳۸۵) در آزمایشی که بر روی جوانه‌زنی اسفرزه در سطوح مختلف شوری انجام دادند بیان کردند که با افزایش تنش شوری از سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاسته شد.

محمد جمیل و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند در آزمایشی که بر روی گونه‌های گیاهی چغندر قند، کلم ، کاهو چینی و تاج خروس تحت غلظت‌های مختلف شوری انجام گرفت، شوری باعث کاهش محسوسی در درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه شد.

سلامی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که دو گونه گیاهی زیره سبز و سنبل الطیب تحت تنش شوری دچار کاهش رشد شدند. و درصد جوانه‌زنی در این دو گیاه با افزایش غلظت‌های شوری کاهش پیدا کرد.

هاسنی و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی که بر روی شنبلیله انجام دادند بیان کردند که جوانه زنی در شوری بالا با تأخیر انجام گرفت.

هر چند تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی یک ویژگی مهم برخی گونه‌های گیاهی به‌حساب می‌آید ولی جانسون(۱۹۹۰) عقیده داشت که تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی گیاه به مراحل بعدی نمو بستگی ندارد. بنابراین برای تعیین میزان تحمل گیاه، ضروری است که انتخاب در مراحل مختلف رشد آن صورت پذیرد. قبادیان (۱۳۶۳) و کاتوخین (۱۹۶۳) نیز اعلام داشتند که یک رابطه کلی بین مقاومت عمومی گیاه و حساسیت برای جوانه‌زنی در برابر شوری وجود ندارد. مثلاً اگر یک گیاه به‌طور کلی مقاوم در برابر شوری است هیچ دلیلی وجود ندارد که این خاصیت شامل مرحله جوانه‌زنی آن هم بشود.

گویلرمو و همکاران (۲۰۰۱) اعلام داشتند توانایی گیاهان برای مقابله با سطوح بالای شوری به روش و درجه‌ای از آن روش بستگی دارد که آنها بتوانند روابط آب خودشان را تنظیم کنند و همچنین بستگی به این دارد که چگونه آنها با غلظت داخلی نمک مقابله کنند یا از آن اجتناب کنند.

۲-۷-۲- اثرات شوری در مرحله رشد رویشی و زایشی و مواد مؤثره‌ی گیاه

اثرات تنش شوری بر رشد گیاه را در دو بخش اثرات کوتاه‌مدت و اثرات درازمدت تقسیم کرده‌اند. اثرات کوتاه‌مدت شامل کاهش رشد ساقه و احتمالاً بروز واکنش ریشه به کمبود آب می‌باشد که در طی چند روز اتفاق می‌افتد. اثرات طولانی مدت باعث انتقال مقدار زیادی نمک به برگ‌های کاملاً توسعه یافته و کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌شود، که در طی چندین هفته اتفاق می‌افتد. معمولاً تحت شرایط تنش شوری روزنه‌های هوایی بسته می‌شود و به‌دلیل کاهش تبادلات گازی میزان فتوسنتز کاهش می‌یابد. در نهایت، شوری می‌تواند رشد ریشه را نیز متوقف نموده و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصر غذایی از خاک به طرف اندام‌های هوایی را کاهش دهد (میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

رشد گیاهان فرآیند پیچیده‌ای است که با فتوسنتز، تغذیه و پتانسیل آب در درون گیاه مرتبط است. تنش شوری علاوه بر کاهش سطح برگ موجب تقلیل وزن خشک گیاه می‌شود، که در نتیجه سطح فتوسنتزکننده کاهش و تعادل هورمونی در درون گیاه به‌هم می‌خورد (سرمد نیا و نصیری محلاتی، ۱۳۶۹؛ رانا، ۱۹۸۸). علت کاهش سطح برگ در اثر تنش اسمزی، تنزل فشار تورژسانس سلول‌های برگ است، ضمن اینکه از بین رفتن برگ‌ها شاخص‌ترین علامت قابل مشاهده به‌عنوان پاسخ گیاه به تجمع نمک می‌باشد (سپاسخواه و بوئرسما، ۱۹۷۹).

گونه‌ها و واریته‌های مختلف گیاهان زراعی، تحت شرایط مساوی از نظر شوری، در یک مرحله خاص رشدی خود مقاومت‌های متفاوتی نشان می‌دهند. میزان غلظت زیان‌آور نمک برای گیاهان به ترکیب نمک‌ها، خواص خاک، آب و هوا، میزان رطوبت خاک و واریته گیاهی بستگی دارد (میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

در یک آزمایش گلخانه‌ای تنش شوری روی رشد و میزان انباشت یون‌ها در یک گیاه سنتی دارویی زنیان با نام علمی *Trachyspermum ammi* مطالعه شد. نتایج نشان داد که افزایش سطح شوری کاهش معنی‌داری را در وزن تر و خشک ریشه و ساقه باعث شده است (اشرف و عروج، ۲۰۰۵). هاسنی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که درگیاه شنبلیله شوری باعث کاهش سرعت رشد نسبی (RGR)، وزن تر و خشک ساقه‌ها و برگ‌هاشد، اما رشد ریشه‌ها تحت تأثیر شوری قرار نگرفت.

در آزمایشی که به منظور بررسی تنش شوری بر روی برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه مرزه انجام گرفت، نجفی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با افزایش شوری پارامترهای رشد، میزان رنگدانه‌ها و سرعت فتوسنتز کاهش پیدا کرد. سلامی و همکاران (۱۳۸۵) گزارش کردند که در دو گیاه زیره سبز و سنبل الطیب شوری باعث کاهش طول ریشه، طول ساقه، وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه و بیوماس شد.

نجفی و میرمعصومی (۱۳۷۸) جهت بررسی عکس‌العمل فیزیولوژیک سویا در شرایط تنش شوری آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای و با استفاده از کشت هیدروپونیک انجام دادند. آنها مشاهده نمودند که با افزایش غلظت نمک وزن خشک گیاه, میزان سطح برگ و کلروفیل آن کاهش معنی‌داری داشت و وجود نمک

باعث کاهش تجمع اسید آمینه گلایسین و افزایش اسیدآمینه پرولین و آلانین شد. همچنین افزایش غلظت نمک باعث کاهش جذب یون پتاسیم و افزایش تجمع یون‌های سدیم, ازت و فسفر در برگ‌ها گردید.

شوری می‌تواند در بسیاری از فرآیندهای مربوط به رشد زایشی که برای حصول بیشترین عملکرد دانه مورد نیاز است، اختلال ایجاد نموده و به نمو گیاه صدمه وارد سازد. شوری باعث کاهش دانه‌بندی در برنج و تولید تعداد کمتری دانه در ذرت می‌شود. هر نوع عملیات زراعی که رشد رویشی را تغییر دهد ممکن است باعث ایجاد تغییر در مورفولوژی اندام‌های تولید مثل گردد. برخی از اثرات شوری روی مراحل مختلف رشد زایشی به شرح زیر خلاصه می‌گردد:

- تسریع در نمو جوانه انتهایی و کاهش تعداد دانه
- کاهش قدرت زنده ماندن دانه گرده
- کاهش درجوانه‌زدن دانه گرده, بارروی و پر شدن دانه (میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

گیاهان دارویی به‌عنوان منابع غنی از ترکیبات ثانوی به شمار می روند. بیوسنتز متابولیت‌های ثانوی به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود، اما به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (پوریوسف و همکاران، ۲۰۰۷).

یکی از عواملی که می‌تواند متابولیت‌های ثانوی را تحت تأثیر قرار دهد شوری خاک است. در تحقیقی که روی رشد و عملکرد عصاره دو گیاه دارویی نعنای بیابانی و شاهپسند لیمویی در پاسخ به غلظت عناصر غذایی و شوری در هدایت‌های الکتریکی ۰/۷، ۱/۴، ۲/۸ و ۵/۸ دسی زیمنس بر متر مربع انجام پذیرفت، مشاهده گردید که مقدار کل عصاره به دلیل افزایش هدایت الکتریکی در اثر افت وزن تر گیاه، کاهش می یابد ، ولی غلظت عصاره به دلیل افزایش متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش بیشتر می شود (طباطبایی و نیازی، ۲۰۰۲).

یائو و همکاران (۱۹۹۹) و برنستین و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که میزان اسانس ریحان با افزایش سطوح شوری افزایش پیدا می‌کند. ال-کلتاوی و کروتیو (۱۹۸۶) دریافتند که آبیاری گیاه ***Menta spicata*** با محلول شور (شامل کلرید سدیم+کلرید کلسیم) رشد گیاه را کاهش داده و ترکیب مونوترپنی اسانس حاصله را تغییر می‌دهد. در تحقیق مشابهی، ال-کلتاوی و کروتیو (۱۹۸۷) اثر شوری آب آبیاری را بر مرزنجوش و گونه ای نعناع بررسی کرده و دریافتند که شوری باعث کاهش ۲۰ درصدی در عملکرد اسانس می‌شود. در اثر شوری در نعناع، مقدار اسانس لیمونن نعناع افزایش، ولی مقدار کارون کاهش یافت. در مورد مرزنجوش نیز تنش شوری باعث افزایش در مقدار سابینن شد. نتایج این تحقیق نشان داد که نعناع و مرزنجوش به شوری حساس هستند و شوری رشد و تولید اسانس را شاید از طریق محدود کردن متابولیسم و انتقال سیتوکینین متوقف می سازد، زیرا محلول پاشی گیاهان مذکور با سیتوکینین، رشد و تولید اسانس را افزایش داده و اثرات شوری را تا حد زیادی تعدیل نموده است.

مورالز و همکاران (۱۹۹۳) اثر سه سطح شوری آب آبیاری شامل صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلریدسدیم را بر گل انگشتانه بررسی کرده و اعلام داشتند که شوری متوسط، باعث افزایش مقادیر کاردنولاید ۱، به ویژه در برگ‌ها می‌شود. دلیل چنین تأثیری مشخص نیست ولی به احتمال زیاد اثرات شوری باعث کاهش تولید متابولیت‌های اولیه گردیده و بدین ترتیب مواد حد واسط برای سنتز متابولیت‌های ثانویه فراهم

می‌گردد. یوداگاوا و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که با افزایش EC محلول غذایی، غلظت کل اسانس در گیاه شوید کاهش یافت ولی در آویشن غلظت کل اسانس و عملکرد آن افزایش نشان داد.

۲-۸- فیزیولوژی مقاومت به شوری

تعدادی از گونه‌های گیاهی مکانیسم‌هایی را برای مقابله با محیط‌های شور دارا می‌باشند ولی اکثر گیاهان زراعی نمی‌توانند در شرایط شوری بسیار زیاد زنده بمانند و در صورت زنده ماندن نیز مقدار محصول اندکی را تولید می کنند (هاشمی دزفولی و همکاران، ۱۳۷۴). دامنه مقاومت به شوری در گونه‌های گیاهی از خیلی حساس که رشد طبیعی آنها در غلظت ناچیز کلرید سدیم متوقف می‌شود تا هالوفیت‌های خیلی مقاوم مانند اوسینیاجرمیناس (*Avicennia germinans*) که تنها در شوری آب دریا رشد می‌کند، تغییر می‌کند (لویت، ۱۹۸۰).

گیاهان ممکن است با استفاده از روش‌های زیر نسبت به محیط شور مقاومت نشان دهند.

- تأخیر در جوانه زدن و یا تأخیر بلوغ در شرایط نامطلوب شوری تا ایجاد شرایط مطلوب رشد
- گسترش ریشه در نواحی غیرشور و اجتناب ریشه از محیط شور.
- تفاوت قدرت گیاه در جذب یا دفع نمک از طریق:

الف) اجتناب از شوری به‌وسیله تنظیم نمک

ب) تحمل نمک و فائق آمدن سلول‌های گیاه بر غلظت‌های بالای یونی (میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

۲-۸-۱- اجتناب از شوری(جلوگیری از ورود زیاد یون)

گیاهان با سه مکانیسم مختلف از اثرات اولیه تنش شوری می‌گریزند: کنترل جذب یونی, حذف یا ترشح نمک و رقیق کردن نمک (میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

-کنترل جذب یونی به داخل و ممانعت از انتقال نمک :

تجمع سدیم در ریشه و عدم انتقال آن به قسمت‌های هوایی, سازوکاری برای مقابله با شوری است که در بعضی گیاهان مشاهده می‌شود. غشای پلاسمایی سلول‌های ریشه اولین محل در مقابل ورود یون‌های مضر به داخل گیاه, می باشد. در بین گونه‌های گیاهی, بی شک چندل‌ها (درخت کرنا) مؤثرترین سیستم ممانعت جذب یونی را دارند که از طریق ایجاد یک سیستم فیلتری غیرفعال در غشای ریشه عمل می‌کند. چندل خاکستری (*Avicennia marina*) می تواند ۹۰ درصد از نمک موجود در محیط اطراف ریشه را از خود دور سازد. این گیاه بیشترین رشد خود را در ۲۵ درصد آب دریا دارد. در این گیاه سلول‌های ریشه نسبت به سدیم نفوذ پذیری کمتری دارند, در حالیکه قادرند میزان زیادی پتاسیم را جذب نمایند. ممانعت از ورود یون‌ها به داخل ریشه‌ها یا اندام‌های هوایی از تفاوت‌های مهم گزارش شده بین واریته‌های مقاوم و حساس به شوری می‌باشد (میبدی و قره‌یاضی، ۱۳۸۱).

وجود غلظت‌های بالای نمک در ناحیه ریشه باعث جذب نمک به همراه عناصر غذایی به داخل گیاه می-شود. آب و املاح پس از انتقال از طریق سیمپلاست به مغز ریشه, از طریق سلول‌های پارانشیم آوند چوبی به عناصر لوله آوندی منتقل می‌شوند تا از آن طریق به اندام‌های هوایی انتقال یابد. در این زمان ممکن است سلول‌های پارانشیم آوند چوبی به عنوان یک مانع غشایی از ورود نمک به جریان تعرق ممانعت کنند. این