بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)
دانشکده فنی و مهندسی
گروه بیوتکنولوژی کشاورزی

بررسی فعالیت آنزیم های نوکلئازی SSPN طی تنش شوری در ارقام حساس و متحمل جو

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته ی مهندسی کشاورزی گرایش بیوتکنولوژی کشاورزی

نگارش:
شاهرخ اشرفی

استاد راهنما:
دکتر رامین حسینی

اساتید راهنما:
دکتر رحیم حداد و دکتر قاسمعلی گروسی

شهریور ۱۳۹۰

فهرست مطالب **صفحه**

فصل اول – مقدمه. ۱

۱-۱ جو ۲

۱-۱-۱ منشاء ۲

۱-۱-۲ طبقه بندی جو ۲

۱-۲ تنش شوری ۳

۱-۲-۱ وسعت و توزیع اراضی شور در سطح دنیا ۳

۱-۲-۲ اثر شوری بر رشد رویشی و زایشی گیاه ۴

۱-۲-۳ اثرات شوری بر گیاه ۵

۱-۲-۳-۱ اثر شوری روی جوانه زنی گیاه ۵

۱-۲-۳-۲ اثر شوری بر سایر مراحل رشد ۵

۱-۲-۳-۳ اثرات شوری روی مرحله زایشی گیاه ۵

۱-۳ نوکلئازها ۶

۱-۳-۱ تاریخچه ۸

۱-۳-۲ انواع مولکول های دارای نقش نوکلئازی ۹

۱-۳-۳ ماهیت واکنش های آنزیمی کاتالیز شده بوسیله نوکلئازها ۱۰

۱-۳-۴ تقسیم بندی نوکلئازها ۱۲

۱-۳-۴-۱ شیوه حمله نوکلئولیتیکی ۱۳

۱-۳-۴-۲ گزینشگری ساختار و جایگاه در نوکلئازها ۱۴

۱-۳-۵ روش های بررسی نوکلئازها ۱۵

۱-۳-۵-۱ روش های سنجش فعالیت آنزیمی ۱۵

۱-۳-۵-۲ روش های بررسی و تشریح خصوصیات نوکلئازها ۱۷

۱-۳-۵-۳ ژنتیک و عملکردهای بیولوژیک نوکلئازها ۱۷

۱-۳-۶ کاربردهای نوکلئازها ۱۸

فصل دوم- بررسی منابع ۲۰
۲-۱ شوری ۲۱
۲-۲ پیری ۲۲
۲-۳ تغییرات اسیدهای نوکلئیک ۲۳
۲-۴ تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی طی تنش شوری ۳۱
۲-۵ ضرورت انجام تحقیق ۳۴
فصل سوم- مواد و روش ها ۳۵
۳-۱ مواد گیاهی و شرایط آزمایش ۳۶
۳-۲ اندازه گیری میزان کلروفیل ۳۶
۳-۳ استخراج پروتئین کل ۳۷
۳-۴ سنجش پروتئین محلول کل ۳۸
۳-۵ سنجش میزان فعالیت آنزیم نوکلئاز ترجیح دهنده توالی های ۳۸
۳-۶ الکتروفورز پروتئین کل SDS-PAGE ۳۹
۳-۷ آشکارسازی آنزیم های SSPN توسط الکتروفورز ژل نیتیو ۴۱
۳-۸ آماده سازی نمونه و نشانگر وزن مولکولی برای تزریق در ژل SDS-PAGE ۴۲
۳-۹ شرایط الکترو فورز ژل SDS-PAGE ۴۲
۳-۱۰ رنگ آمیزی ژل با کوماسی بلو ۴۳
۳- ۱۱ شرایط الکتروفورز ژل نیتیو ۴۳
۳-۱۲ رنگ آمیزی اختصاصی آنزیم نوکلئاز ترجیح دهنده توالی های تک رشته ای (SSPN) ۴۳
۳-۱۳ آنالیز آماری ۴۳
فصل چهارم- نتایج ۴۴
۴-۱ نتایج تجزیه واریانس کل آزمایش ۴۴
۴-۱-۱ تجزیه واریانس غلظت پروتئین کل ۴۵
۴-۱-۲ تجزیه واریانس مقدار کلروفیل ۴۷

۴-۱-۳ تجزیه واریانس فعالیت آنزیم نوکلئاز ترجیح دهنده توالی تک رشته ای SSPN ۴۹
۴-۱-۳-۱ تغییرات فعالیت آنزیم های SSPN در اثر pH ۴۹
۴-۱-۳-۲ تغییرات فعالیت آنزیم های SSPN در اثر تنش شوری ۵۰
۴-۱-۳-۳ اثر کاتیون های دو ظرفیتی و EDTA بر فعالیت آنزیم های SSPN ۵۰
۴-۱-۳-۴ اثر متقابل pH × تنش شوری بر فعالیت آنزیم های SSPN ۵۳
۴-۱-۳-۵ اثر متقابل کاتیون × pH بر فعالیت آنزیم های SSPN ۵۵
۴-۱-۳-۶ اثر متقابل تنش شوری × کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN ۵۶
۴-۱-۳-۷ اثر متقابل کاتیون × تنش شوری × pH روی فعالیت آنزیمی SSPN ۶۱
۴-۲ آشکار سازی آنزیم های SSPN با استفاده از Native – PAGE ۶۶
۴-۲-۲ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Ca^{2+} در مرحله چهار برگی ۶۷
۴-۲-۳ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Mg^{2+} در مرحله دوبرگی ۶۸
۴-۲-۴ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Mg^{2+} در مرحله چهاربرگی ۶۹
۴-۲-۵ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Zn^{2+} در مرحله دو برگی ۷۰
۴-۲-۶ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Zn^{2+} در مرحله چهار برگی ۷۱
۴-۲-۷ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Cu^{2+} در مرحله دو برگی ۷۲
۴-۳ تجزیه واریانس سدیم و پتاسیم ۷۴
۴-۴ تجزیه واریانس طول ریشه و ساقه. ۷۶
نتیجه گیری و بحث کلی ۷۸
پیشنهادها ۸۴
منابع ۸۵
پیوست ها ۹۵

با قدردانی و سپاس از:

- جناب آقای دکتر رامین حسین مدیر گروه محترم گروه بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره) که زحمت راهنمایی این پایان نامه را تقبل فرمودند و در این راه از هیچ کوششی دریغ نفرمودند.

- اساتید مشاور آقایان دکتر رحیم حداد و دکتر قاسمعلی گروسی که در انجام این پایان نامه بنده را یاری فرمودند.

- داور خارجی جناب آقای دکتر مختار جلالی جوارانی که داوری این پایان نامه را قبول زحمت فرمودند.

- داور داخلی جناب آقای دکتر جعفر احمدی که بر این پایان نامه نظارت و داوری فرمودتد.

- نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر عباس ستوده نیا و مسئولین محترم آزمایشگاه جناب اقای مهندس سلیمانی و خنم دکتر قنادنیا.

فهرست جدول ها

۴-۱ میانگین مربعات تجزیه واریانس مقدار پروتئین کل ۴۵

۴-۲ میانگین مقدار پروتئین (mg/g) ژنوتیپ ها در دو تیمار شاهد و۱۲۰

میلی مولار NaCL. ۴۵

۴-۳ میانگین مقدار پروتئین (mg/g) ژنوتیپ ها در مراحل دو برگی و چهار برگی ۴۵

۴-۴ میانگین مقدار کلروفیل a، b وT (کل) در دو تیمار شاهد و ۱۲۰ میلی مولار NaCl ۴۷

۴-۵ میانگین مقدار کلروفیل a، b وT (کل) در مراحل دو برگی و چهار برگی ۴۷

۴-۶ میانگین فعالیت آنزیم های SSPN در pH ۷ و pH ۵/۶ ..... ۴۹

۴-۷ میانگین میزان فعالیت آنزیم های SSPN در دو تیمار شاهد و ۱۲۰ میلی مولار NaCl ۵۰

۴-۸ میانگین میزان سدیم و پتاسیم در دو تیمار شاهد و ۱۲۰میلی مولار NaCl ۷۴

۴-۹ میانگین میزان سدیم و پتاسیم در مراحل دو برگی و چهار برگی ۷۴

۴-۱۰ میانگین طول ساقه و ریشه در دو تیمار شاهد و ۱۲۰میلی مولار NaCl..... ۷۶

۴-۱۱ میانگین طول ساقه و ریشه در مراحل دو برگی و چهار برگی..... ۷۶

فهرست شکل ها

۴-۱ تغییرات مقدار پروتئین کل (بر حسب میلی گرم در یک گرم بافت) در ژنوتیپ های متحمل و حساس در مراحل دو برگی و چهار برگی..... ۴۶

۴-۲ تغییرات مقدار پروتئین کل (بر حسب میلی گرم در یک گرم بافت) در ژنوتیپ های متحمل و حساس..... ۴۶

۴-۳ تغییرات مقدار کلروفیل a در ژنوتیپ های حساس و متحمل (بر حسب میلی گرم در بافت برگ)..... ۴۷

۴-۴ تغییرات مقدار کلروفیل T (کل) در ژنوتیپ های حساس و متحمل (بر حسب میلی گرم در بافت برگ)..... ۴۸

۴-۵ میانگین مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل T (کل) در ژنوتیپ های حساس و متحمل (بر حسب میلی گرم در بافت برگ). ۴۸

۴-۶ اثر کاتیون ها بر فعالیت آنزیم های SSPN (کل) در ژنوتیپ حساس ۱ در مراحل دو برگی و چهار برگی..... ۵۱

۴-۷ اثر کاتیون ها بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ حساس ۲ در مراحل دو برگی و چهار برگی..... ۵۱

۴-۸ اثر کاتیون ها بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ متحمل ۱ در مراحل دو برگی و چهار برگی..... ۵۲

۴-۹ اثر کاتیون ها بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ متحمل ۲ در مراحل دو برگی و چهار برگی..... ۵۳

۴-۱۰ اثر متقابل pH x نمک بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ حساس ۲ در مرحله

دو برگی ۵۳

۴-۱۱ اثرمتقابل pH x نمک بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ متحمل ۱ در مراحل

دو برگی و چهار برگی ۵۴

۴-۱۲ اثرمتقابل pH x نمک بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ متحمل ۲ ..... ۵۴

۴-۱۳ اثر متقابل کاتیون ها pH x بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ متحمل ۱

در مرحله دو برگی ۵۵

۴-۱۴ اثر متقابل کاتیون ها pH x بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ متحمل ۱

در مرحله چهار برگی ۵۶

۴-۱۵ اثر متقابل تنش شوری x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ

حساس ۱ در مرحله دوبرگی ۵۷

۴-۱۶ اثر متقابل تنش شوری x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ

حساس ۱در مرحله چهار برگی ۵۷

۴-۱۷ اثر متقابل تنش شوری x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ

حساس ۲ در مرحله چهار برگی ۵۸

۴-۱۸ اثر متقابل تنش شوری x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ

متحمل ۲ در مرحله دو برگی ۵۹

۴-۱۹ اثر متقابل تنش شوری x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ

متحمل ۲ در مرحله چهار برگی ۵۹

۴-۲۰ اثر متقابل تنش شوری x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ

متحمل 1 در مرحله دوبرگی ۶۰

۴-۲۱ اثر متقابل تنش شوری x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در ژنوتیپ
متحمل 1 در مرحله چهار برگی ۶۰
۴-۲۲ اثر متقابل سه جانبه تنش شوری x pH x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در
ژنوتیپ حساس 1در مرحله چهار برگی ۶۱
۴-۲۳ اثر متقابل سه جانبه تنش شوری x pH x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در
ژنوتیپ متحمل ۱ در مرحله دو برگی ۶۳
۴-۲۴ اثر متقابل سه جانبه تنش شوری x pH x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در
ژنوتیپ متحمل ۱ در مرحله چهار برگی ۶۳
۴-۲۵ اثر متقابل سه جانبه تنش شوری x pH کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در
ژنوتیپ متحمل ۲ در مرحله دو برگی ۶۵
۴-۲۶ اثر متقابل سه جانبه تنش شوری x pH x کاتیون بر فعالیت آنزیم های SSPN در
ژنوتیپ متحمل ۲ در مرحله چهار برگی ۶۵
۴-۲۷ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Ca^{2+} در مرحله دو برگی در pH5/6 .....۶۶
۴-۲۸ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Ca^{2+} در مرحله دو برگی در pH7 .....۶۶
۴-۲۹ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Ca^{2+} در مرحله چهار برگی در pH5/6..... ۶۷
۴-۳۰ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Ca^{2+} در مرحله چهار برگی در pH7..... ۶۷
۴-۳۱ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Mg^{2+} در مرحله دو برگی در pH5/6 ..... ۶۸
۴-۳۲ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Mg^{2+} در مرحله دو برگی در pH7..... ۶۸
۴-۳۳ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Mg^{2+} در مرحله چهار برگی در pH5/6..... ۶۹
۴-۳۴ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Mg^{2+} در مرحله چهار برگی درpH7..... ۶۹

۴-۳۵ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Zn^{2+} در مرحله دو برگی در pH5/6 ..... ۷۰
۴-۳۶ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Zn^{2+}در مرحله دو برگی در pH7 ..... ۷۰
۴-۳۷ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Zn^{2+} در مرحله چهاربرگی در pH5/6 ..... ۷۱
۴-۳۸ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Zn^{2+} در مرحله چهاربرگی در pH۷ ..... ۷۱
۴-۳۹ آشکارسازی آنزیم های SSPN وابسته به Cu^{2+} در مرحله دو برگی در pH5/6 ..... ۷۲
۴-۴۰ آشکار سازی آنزیم های SSPN وابسته به Cu^{2+} در مرحله دو برگی در pH7 ..... ۷۲
۴-۴۱ آشکار سازی آنزیم های SSPN وابسته به Cu^{2+} در مرحله چهار برگی در pH5/6 ..... ۷۳
۴-۴۲ آشکار سازی آنزیم های SSPN وابسته به Cu^{2+} در مرحله چهار برگی در pH7 ..... ۷۳
۴-۴۳ تغییرات مقدار سدیم در تنش شوری در ژنوتیپ های متحمل و حساس ۷۴
۴-۴۴ تغییرات مقدارپتاسیم درژنوتیپ های متحمل و حساس ۷۴
۴-۴۵ تغییرات مقدارسدیم درژنوتیپ های متحمل و حساس ۷۵
۴-۴۶ نسبت سدیم به پتاسیم درژنوتیپ های متحمل و حساس ۷۵
۴-۴۷ میانگین طول ساقه و ریشه در ژنوتیپ های حساس و متحمل ۷۶
۴-۴۸ تغییرات طول ساقه در مراحل دو برگی و چهار برگی در ژنوتیپ های
حساس و متحمل ۷۶
۴-۴۹ نسبت طول ساقه به ریشه در ژنوتیپ های حساس و متحمل. ۷۷

فهرست پیوست ها

پیوست ۱ جدول تجزیه واریانس تغییرات پتاسیم ۹۶

یوست ۲ جدول تجزیه واریانس تغییرات سدیم ۹۶

پیوست ۳ جدول تجزیه واریانس تغییرات طول ساقه ۹۷

پیوست ۴ جدول تجزیه واریانس تغییرات طول ریشه ۹۷

پیوست ۵ جدول تجزیه واریانس مقدار کلروفیل T (کل) ۹۸

پیوست ۶ جدول تجزیه واریانس مقدار کلروفیل a ۹۸

پیوست ۷ جدول تجزیه واریانس مقدار کلروفیل b ۹۹

پیوست ۸ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم متحمل ۱ ..... ۹۹

پیوست ۹ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم متحمل ۱ ..... ۱۰۰

پیوست ۱۰ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم متحمل ۲..... ۱۰۰

پیوست ۱۱ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم متحمل ۲..... ۱۰۱

پیوست ۱۲ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم حساس **۱**..... ۱۰۱

پیوست ۱۳ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم حساس۱ ..... ۱۰۲

پیوست ۱۴ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم حساس ۲..... ۱۰۲

پیوست ۱۵ جدول تجزیه واریانس مقدار فعالیت آنزیم های SSPN در رقم حساس ۲..... ۱۰۳

فهرست کلمات اختصاری

SSPN: single strand preferring nuclease

ssDNA: single strand DNA

SDS-PAGE: sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis

PCD: programmed cell death

BSA: bovine serum albumin

APS: Ammonium peroxodisulfat

TEMED: N, N, N, N-Tetramethylethylendiamin

EDTA: Ethylenedinitrilotetraacetic acid

G 250: Comassie Brillantblue G250

N-ethylmaleimide

BFN1: bifunctional nuclease

چکیده

تنش شوری موجب خسارات اقتصادی به زارعین می گردد. تغییر در فعالیت برخی از آنزیم ها طی تنش شوری مثل نوکلئاز ها از جمله آنها می باشد و می تواند باعث بوجود آمدن صدماتی در گیاه شود. شناسایی این نوع آنزیم ها می تواند مبنای برای شناسایی ژن های مؤثر در کاهش خسارات ناشی از تنش شوری باشد. در این پژوهش تأثیر غلظت ۱۲۰ میلی مولار نمک (کلرید سدیم) در محیط *in vivo* روی فعالیت آنزیم های ترجیح دهنده توالی های تک رشته ای (SSPN: single strand preferring nuclease)، از نمونه های برگی دو ژنوتیپ متحمل (افضل و صحرا) و دو ژنوتیپ حساس (ریحان و جنوب) جو بررسی شد. این آزمایش در تیوب های ۱/۵ میلی لیتری در سه تکرار و در دو زمان صفر و ۲۰ دقیقه با اسپکتروفتومتر انجام شد. اندازه گیری کلروفیل، سدیم و پتاسیم نیز با اسپکتروفتومتر و فلیم فتومتر انجام گرفت . در اثر تنش شوری میزان کلروفیل و پتاسیم کاهش، اما مقدار سدیم افزایش پیدا کرد. همچنین فعالیت آنزیم های نوکلئاز SSPN در ژنوتیپ های حساس نسبت به ژنوتیپ های متحمل افزایش یافت. از آنجا که آنزیم های مختلفی برحسب pH بهینه و نوع کوفاکتور مورد نیاز این نوکلئاز در جو وجود دارد نحوه فعالیت آنها در دو تیمار شاهد و ۱۲۰ میلی مولار نمک و غلظت یک میلی مولار کاتیون های Cu^{2+}، Zn^{2+} ، Mg^{2+} وCa^{2+} بررسی شد. نتایج نشان داد که فعالیت نوکلئاز ها در جو به EDTA حساس بود، و فعالیت آنها در غلظت یک میلی مولار Ca^{2+} و pH7 افزایش و در غلظت یک میلی مولارCu^{2+} و pH۵/۶ کاهش یافت.

کلمات کلیدی: تنش شوری- جو- نوکلئاز ترجیح دهنده توالی های تک رشته ای

فصل اول

مقدمه

۱-۱ جو

۱-۱-۱ منشاء

جو از مهمترین غلات جهان می باشد که سابقه هزاران ساله دارد و از ۱۰۰۰۰ سال قبل در روی زمین توسط انسان کشت وکار می شده است. در باره منشاء جو دو نظریه وجود دارد، گروهی از کاشفان مرکز اصلی جو را حبشه (Abyssinia) در آفریقا می دانند، زیرا بسیاری از ارقام وحشی دانه پوشینه دار و ریشک دار در انجا می رویند.گروه دیگری منشاء احتمالی جو را در جنوب شرقی آسیا در مناطقی همچون چین، تبت و نپال می دانند که دارای انواع جو بدون پوشینه (جو لخت)، شش ردیفه، ریشک کوتاه و بدون ریشک می باشند (چیدا سینگ، ۱۹۸۸). بنا به نظر(هارلان[1]، ۱۹۶۸) خاستگاه جو کوههای زاگرس در غرب ایران، آناتولی جنوبی و فلسطین بوده است (کاظمی، ۱۳۷۴).

تصور می شود همه ارقام زراعی جو که از گونه وحشی *Hordeum spontaneum* بدست آمده باشند. گونه ای که شباهت زیادی به ارقام جو دو ردیفه (دو پر) امروزی دارد. کشف های زمین شناسی هم بر این عقیده هستند که گونه های جو دو ردیفه از اجداد گونه های شش ردیفه محسوب می شوند.

۱-۱-۲ طبقه بندی جو

جو به خانواده گندمیان و جنس هوردیوم تعلق دارد. جنس هوردیوم نزدیک ۲۵ گونه زراعی و وحشی دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید دارد. گونه های زراعی عموما دیپلوئید (دارای ۷ جفت کروموزوم) و در بین گونه های وحشی آن هر سه گروه وجود دارد (کاظمی، ۱۳۷۴).

الف) گونه های وحشی جو دیپلوئید مانند: *H. martimu*، *H. spontaneum* و *H. agriochriton* دو گونه اخیر در تکامل جوهای زراعی نقش اساسی داشته اند (لئونارد و همکاران[2]، ۱۹۶۳).

ب) گونه های وحشی جو تتراپلوئید مانند: *H. bulbosum* و *H. nodasum* که این گونه هر سه فرم دیپلوئید، تتراپلوئید و هگزاپلوئید) را داراست. بسیاری از گونه های وحشی جو بصورت علف هرز در مزارع یافت می شوند. انواع جو زراعی از گونه های وحشی جو دو پر یا جو شش پر منشاء گرفته اند (لئونارد و همکاران، ۱۹۶۳).

۱-۱-۳ طبقه بندی زراعی جو

جو از لحاظ زمان کاشت به دو دسته تقسیم می شود.

الف) انواع بهاره: جوهای بهاره اکثرا از جنس دوپر بوده و غالبا به مصرف صنایع تخمیری می رسند.

ب) انواع پاییزه: جوهای پاییزه بیشتر چند ردیفه هستند.

1-Harlan

2-Leonard and *et al*

۱-۲ تنش شوری

وقتی آب باران روی خاک ها جریان پیدا می کند نمک های سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، سولفات، کربنات و تعداد دیگر از عناصر در جریان آب وارد شده و به درون رودخانه ها، دریاچه ها و سرانجام اقیانوس ها وارد می شود. فرآیندهای زمین شناسی نیز به حل شدن کند پوسته زمین و آزاد نمودن مقدار قابل ملاحظه ای از یون های سدیم، کلسیم، منیزیم، کلر، گوگرد، کربنات ها و ترکیبات غیر آلی دیگر به داخل اقیانوس ها کمک نموده است. آب و نمک های حل شده برای رشد گیاه ضروری می باشند اما استفاده مجدد آب و میزان بالای تبخیر آن در نواحی خشک و نیمه خشک باعث تجمع نمک شده که به عنوان یک پدیده عمومی شوری تلقی می شود. شوری خاک به دلیل جلوگیری از جذب آب و عناصر به درون گیاه یکی از مهمترین محدودیت های رشد گیاهان زراعی محسوب می شود، و به عنوان مشکل بزرگ کشاورزی، بالاخص در کشاورزی آبی در منابع گزارش شده است (اشرف و هریس، ۲۰۰۴).

۱-۲-۱ وسعت و توزیع اراضی شور در سطح دنیا

مطالعات انجام شده برای تخمین میزان واقعی زمین های دارای مشکل شوری توسط گذشتگان متفاوت بوده، عددی بین ۳۴۰×۱۰^{۶} تا ۹۵۰×۱۰^{۶} هکتار را در سطح جهان ثبت نموده اند (فلاورز و یو[1]، ۱۹۸۶). این برآورد همچنان در حال افزایش است. کریستسنسن در سال ۱۹۸۲ برآورد نموده است که از۱۴ بیلیون هکتار از زمین های کشاورزی مورد استفاده زراعین در دنیا، حدود۱/۴ بیلیون هکتار دارای مشکل شوری و ۶ بیلیون هکتار در مناطق خشک و نیمه خشک واقع هستند. بر طبق نظر دودال[2] (۱۹۷۶) تنها ۱/۴ بیلیون هکتار از کل اراضی برای کشاورزی مساعد هستند. توماس و میدلتون[3](۱۹۹۳) کوشش های انجام شده قبلی را برای برآورد وسعت زمین های شور مورد بازنگری قرار دادند و اعداد جدیدی را از بانک اطلاعاتی برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد (۱۹۹۲) در مورد زوال زمین ها ارائه نمودند. از کل ۵۱۶۹×۱۰^{۶} هکتار به عنوان زمین های مستعد خشکی شناخته شده، تحت عنوان زمین های تحت تاثیر تخریب شیمیایی طبقه بندی شده است. اگرچه این تخمین شامل چندین جنبه از تخریب شیمیایی است ولی در هر صورت به عدد ۹۵۰×۱۰^{۶} هکتار (وسعت زمین های شور که در فوق ذکر شد) نزدیک است و وسعت زمین های شور را مشخص می کند (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱).

توزیع اراضی شور در سطح جهان یکنواخت نمی باشد. در برخی کشور ها نظیر ایران، پاکستان و هندوستان نسبت بیشتری از اراضی تحت شوری قرار دارند. . شوری پس از خشکی از مهمترین و متداول ترین تنش های محیطی در سطح جهان و از جمله ایران است (اقایی و قربانعلی،[4] ۱۹۹۳).

1-Flowers and Yeo
2-Dudal
3-Thomas and Middleton
4-Akhaii and Gorbanli

در ایران معادل ۲۵درصد مساحت زمین های کشور دارای شوری است (چوکر[1]، ۱۹۹۶). از بررسی ۳۴۳/۵ میلیون هکتار از خاک های شور در دنیا، آسیا دارای بیشترین مساحت اراضی شور شامل ۹۱/۷ میلیون هکتار در شمال و مرکز آسیا، ۸۳/۳ میلیون هکتار در آسیای جنوبی و ۲۰ میلیون هکتار در آسیای جنوب شرقی می باشد از بقیه، ۶۹/۴ میلیون هکتار در آمریکای جنوبی، ۵۳/۵ میلیون هکتار در آفریقا، ۱۷/۴ میلیون هکتار در استرالیا، ۱/۹۶ میلیون هکتار در مکزیک و آمریکای مرکزی و ۶/۲ میلیون هکتار در آمریکای شمالی قرار دارد (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱).

۱-۲-۲ اثر شوری بر رشد رویشی و زایشی گیاه

قسمت اعظم خاک های شور در دنیا از نوع شور و قلیایی می باشد. در گذشته خاک های سدیمی را خاک های قلیایی می نامیدند که دارای سدیم قابل تبادل زیادی بودند. خاک های قلیایی با درصد سدیم تبادلی ۱۵درصد یا بیشتر در خاک شناخته می شوند. اثرات زیان آور سدیم زیاد در خاک های شور کمتر روی تغذیه گیاه اثر دارد و مشکل بیشتر ناشی از اثرات شوری می باشد. علاوه بر این سدیم زیاد این خاک ها باعث مسمومیت گیاه و از دست رفتن نفوذ پذیری غشاء سلول های گیاهی می شود (میبدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). در شرایط مواجهه با تنش شوری، شکستگی پروتئین ها شتاب می گیرد و به جای رشد، گیاه وزن خود را از دست می دهد. در شرایط شوری، برگ ها بیشتر سبز تیره و ضخیم تر به نظر می رسند. گاهی تغییرات بدون هیچگونه علامت پژمردگی، کلروز و نکروز اتفاق می افتد. بررسی منابع روی اثرات شوری بر مرحله رویشی گیاه و تحمل گیاهان به تنش شوری بسیار زیاد است. اثرات تنش شوری را در دو بخش اثرات کوتاه مدت و اثرات دراز مدت تقسیم کرده اند: اثرات کوتاه مدت که شامل رشد ساقه و احتمالا بروز واکنش ریشه به کمبود آب می باشد که در طی چند روز اتفاق می افتد. اثرات طولانی مدت باعث انتقال مقدار زیادی نمک به برگ های کاملا توسعه یافته و کاهش فعالیت فتوسنتزی می شود و در طی چندین هفته اتفاق می افتد. در هر صورت تحت شرایط تنش شوری، روزنه های هوایی بسته می شود و میزان فتوسنتز کاهش می یابد. در نهایت شوری می تواند رشد ریشه را سریعا متوقف نماید و بدین طریق ظرفیت جذب و انتقال آب و عناصر غذایی از خاک به طرف اندام های هوایی را کاهش دهد. برخلاف رشد و نمو اندام های هوایی گیاهان نظیر برگ، ساقه و استولون علف ها، برخی از گونه ها ممکن است در واکنش به شوری رشد ریشه های خود را افزایش و بدین طریق به بقاء خویش ادامه دهند (فلاورز[2]، ۲۰۰۴).

1-Choukr
2- Flowers