

اثرات تنش های شوری و خشکی بر خصوصیات جوانه زنی بذر ماریتیغال (*Silybum marianum*)

رستم یزدانی بیوکی^۱ - پرویز رضوانی مقدم^{۲*} - حمیدرضا خزاعی^۳ - رضا قربانی^۴ - علیرضا آستارایی^۵

تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۱۳

چکیده

به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*) در شرایط تنش های شوری و خشکی، دو آزمایش جداگانه به صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در آزمایش نخست، تأثیر سطوح پتانسیل خشکی (۰، -۱، -۲، -۳، -۴، -۵، -۶، -۷، -۱۰، -۱۵ و -۲۰ بار) ناشی از پلی اتیلن گلیکول (۶۰۰۰ PEG 6000) و در آزمایش دوم تأثیر سطوح پتانسیل شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میلی مولار) ناشی از نمک طعام (NaCl) بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه های ماریتیغال مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر سطوح تنش شوری و خشکی بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر معنی‌دار بود. علاوه بر این، بذور گیاه ماریتیغال قادر بودند تا ۳۰۰ میلی مولار پتانسیل شوری و ۲۰- بار پتانسیل خشکی جوانه بزنند. تأثیر سطوح مختلف پتانسیل خشکی بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک آن‌ها معنی‌دار بود، به طوری که با افزایش تنش های شوری و خشکی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش پیدا کرد. با افزایش شدت تنش خشکی درصد کاهش طول ساقه‌چه، نسبت به ریشه‌چه بیشتر بود و به نظر می رسد طول ساقه‌چه به تغییر پتانسیل خشکی حساسیت بالایی دارد. همچنین وزن خشک ساقه‌چه در مقایسه با شاهد در ۳- بار پتانسیل خشکی ۵۰ درصد کاهش نشان داد. بررسی پاسخ این گیاه به سطوح خشکی و شوری در مرحله جوانه زنی، کشاورزان را در استقرار و تولید مطلوب آن یاری خواهد کرد.

واژه های کلیدی: پلی اتیلن گلیکول، تنش خشکی، کلرید سدیم، ماریتیغال

مقدمه

جوانه زنی این گیاه همزمان با شروع بارندگی در آبان و آذر می باشد و در اواخر اردیبهشت به گل رفته و پس از تولید دانه خشک می شود. ماریتیغال قادر است با بارندگی (حدود ۲۴۰ میلی متر) نیز چرخه زندگی خود را به پایان برساند و بنابراین می توان این گیاه را به صورت دیم در مناطقی مثل خوزستان و فارس کشت نمود (۱).

آب، یکی از عوامل اصلی فعال کننده جوانه زنی است و قابلیت دسترسی به آب با کاهش پتانسیل اسمزی خاک کاهش می یابد. پتانسیل اسمزی، تأثیر مستقیمی بر سرعت جذب آب و در نتیجه سرعت جوانه زنی گیاه دارد (۹، ۱۵ و ۲۸).

شرفی (۱۴) در آزمایشی با بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری (۰، ۰/۳، ۰/۶، ۰/۹، ۱/۲ و ۱/۳ مگا پاسکال) و خشکی (۰، ۰/۳، ۰/۶، ۰/۹ و ۱/۲ مگا پاسکال) بر جوانه زنی ماریتیغال نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی از جمله رشد گیاهچه و یکنواختی جوانه زنی در هر دو آزمایش تحت تأثیر تنش های شوری و خشکی قرار گرفتند.

رضایی (۱۰) در بررسی جوانه زنی بذور زیره سبز (*Cuminum cyminum*) تحت تأثیر سطوح مختلف تنش شوری (۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کلرید سدیم) نشان داد که بیشترین درصد

گیاهان دارویی مخازن غنی از مواد موثره اساسی بسیاری از داروها می باشند. مواد موثره اگرچه اساساً با هدایت فرآیندهای ژنتیکی ساخته می شوند ولی ساخت آنها بطور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد، بطوری که عوامل محیطی سبب تغییرات در رشد گیاهان دارویی، همچنین در مقدار و کیفیت مواد موثره آنها می گردد (۳).

ماریتیغال (*Silybum marianum*) گیاهی دارویی و مدیترانه ای است که در طول رویش به هوای گرم و آفتاب فراوان نیاز دارد. بذور ماریتیغال می توانند تا ۹ سال در زیر خاک زنده بمانند. درجه حرارت مطلوب جوانه زنی، زمانی اتفاق می افتد که بذر بصورت متناوب یک دوره ۱۶ ساعته را در دمای ۱۵-۲۰ درجه سانتی گراد و سپس یک دوره ۸ ساعته را در دمای ۳۰-۱۰ درجه سانتی گراد بگذرانند. شروع

۱، ۲، ۳، ۴ و ۵- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد، دانشیار، دانشیار و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(Email: prm93@yahoo.com)

*- نویسنده مسئول:

رازیانه، زوفا و کتان با افزایش سطح شوری از مقدار شاهد به صورت خطی کاهش یافت، در صورتی که در گیاهان ماریتیغال، آرتیشو، کتان، سیاه دانه و ریحان با افزایش شوری از ۲- بار طول گیاهچه به آهستگی شروع به کاهش کرد و در گیاه گلرنگ با افزایش شوری از ۴- بار، طول گیاهچه کاهش یافت. وزن خشک گیاهچه سیاه دانه و کتان به ترتیب از شوری ۲- و ۴- بار شروع به کاهش کرد و در ماریتیغال و آرتیشو از شوری ۶- بار شروع به کاهش کرد. نتایج این تحقیق نشان داد که در بین این گیاهان دارویی، گلرنگ، ماریتیغال و آرتیشو از نظر مؤلفه های رشد گیاهچه دارای مقاومت بالایی به شوری می باشند و گیاهان هندوانه ابوجهل و سیاه دانه جزء گیاهان حساس به شوری در مرحله گیاهچه ای بودند (۲).

درانتخاب گیاهان به منظور کشت باید مقاومت به شوری و کم آبی به ویژه در طی مرحله جوانه زنی و سبز شدن همواره مد نظر باشد. از آن جا که ارزیابی های معمول در شرایط مزرعه ای از یک سو زمان بر و از سوی دیگر تحت تأثیر عوامل غیر قابل کنترل متعددی از جمله عوامل خاکی، اقلیم و عملیات زراعی می باشند، بنابراین ضرورت دارد با استفاده از یک روش آزمایشگاهی تحت شرایط کنترل شده، امکان ارزیابی سریع و نسبتاً دقیق عکس العمل گیاهان به تنش های شوری و خشکی فراهم گردد (۲۰).

ماریتیغال به لحاظ داشتن مواد مؤثره فراوان در درمان اختلالات کبدی، صفراوی و بسیاری از بیماریهای دیگر و همچنین سازگاری نسبتاً خوب این گیاه دارویی با شرایط آب و هوایی ایران اهمیت دارد (۳). بر این اساس بررسی مقاومت این گیاه به تنش های خشکی و شوری به منظور گسترش کشت و کار این گیاه مهم است.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و شوری بر روی جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه گیاه دارویی ماریتیغال، دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در شرایط آزمایشگاه انجام شد. آزمایش نخست شامل ۱۱ سطح پتانسیل خشکی (۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۱۰، ۱۵، ۲۰- بار) بود که طبق دستور العمل میچل و کافمن (۲۹) با استفاده از پلی اتیلن گلیکول (PEG 6000) ۶۰۰۰ تهیه شد. آزمایش دوم شامل ۷ سطح پتانسیل شوری (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی مولار) بود و برای ایجاد سطوح تنش شوری از کلرید سدیم استفاده شد (۳۰). همچنین برای ایجاد سطح تنش صفر در هر دو آزمایش از آب مقطر استفاده شد.

قبل از شروع آزمایش مجموعه پتری دیشهها و بستر بذر (کاغذ واتمن) در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ ساعت استریل شدند. تعداد ۲۵ عدد بذر به مدت ۳۰ ثانیه با محلول هیپوکلرید

جوانه زنی و وزن خشک ریشه چه مربوط به تیمار ۱۵۰ میلی گرم کلرید سدیم و کمترین طول ساقه چه نیز مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی گرم غلظت کلرید سدیم بود.

جودی و همکاران (۶) در بررسی جوانه زنی بذور انیسون (*Pimpinella anisum*) تحت تأثیر تنش کم آبی، نشان دادند که درصد جوانه زنی بذور، طول ساقه چه و ریشه چه و بنیه بذر تحت تأثیر تنش کاهش یافتند.

برزگر و رحمانی (۵) گزارش کردند که تحت تأثیر سطوح تنش خشکی (۰، ۱، ۳، ۶، ۹- بار) بین میانگین های درصد و سرعت جوانه زنی بذر زوفا (*Hyssopus officinalis*) تفاوت معنی داری وجود داشت و با افزایش شدت تنش، مقادیر مربوط به این صفات کاهش یافتند. آزمایش دیگری با اعمال تیمار خشکی با غلظت (۳-، ۶- و ۱۲- بار) بر روی گیاه زوفا ملاحظه شد که در روز سوم پس از جوانه زنی در غلظت ۳- بار تعداد بذور جوانه زده به حداکثر مقدار خود رسید و در غلظت ۶- بار از تعداد جوانه ها و هم از سرعت جوانه زنی کاسته شد بطوری که در ۹- بار و ۱۲- بار کاملاً جوانه زنی متوقف شد (۱۶).

در آزمایشی با بررسی اثر سطوح مختلف شوری ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی مولار کلرید سدیم بر روی گیاهان دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis*)، سنای هندی (*Cassia aculata*)، ماریتیغال، خاکشیر تلخ (*Sisymbrium sophia*)، شاهدانه (*Cannabis sativa*)، بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) و بابونه رومی (*Anthemis nobillis*) ملاحظه شد که با افزایش غلظت شوری، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن خشک، بنیه بذر و نسبت طول ساقه چه به ریشه چه کاهش یافت. نتایج این آزمایش نشان داد که بین گیاهان دارویی از نظر تمامی صفات مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود داشت. وزن خشک و بنیه بذر بیشترین ضریب تغییرات، نسبت طول ساقه چه به ریشه چه و درصد جوانه زنی کمترین ضریب تغییرات را دارا بودند. بیشترین مقادیر درصد جوانه زنی، طول ساقه چه، بنیه بذر و نسبت طول ساقه چه به ریشه چه مربوط به شاهدانه بود در حالیکه خاکشیر بالاترین سرعت جوانه زنی، مریم گلی بیشترین طول ریشه چه و ماریتیغال بیشترین وزن خشک را دارا بودند (۱۷).

در آزمایشی دیگر با بررسی سطوح تنش شوری (۰، ۲، ۴، ۶- و ۸- بار) بر مؤلفه های رشد گیاهچه ۱۰ گیاه دارویی ماریتیغال، پسیلیوم (*Plantago psyllium*)، هندوانه ابوجهل (*Citrullis colocynthis*)، سیاهدانه (*Nigella sativa*)، کتان (*Linum asitatissimum*)، رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، گلرنگ (*Carthamus tinctorius*)، ریحان (*Ocimum basilicum*)، آرتیشو (*Cynarpha scolymus*) و زوفا ملاحظه شد که با افزایش شوری در کلیه گیاهان، طول ریشه چه و ساقه چه و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه کاهش یافت. طول گیاهچه در هندوانه ابوجهل،

سدیم ۱۰ درصد ضد عفونی شده و پس از شستشو با آب مقطر، به روی کاغذ صافی در داخل پتری دیش‌ها منتقل شدند. سپس برای تیمارهای خشکی و شوری به ترتیب مقادیر ۵ میلی لیتر محلول پلی اتیلن گلیکول و ۵ میلی لیتر محلول کلرید سدیم به هر پتری دیش اضافه شد. پتری دیش‌ها توزین و وزن اولیه هر کدام ثبت و در دمای توصیه شده 25 ± 1 درجه سانتیگراد در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند. کلیه پتری دیش‌ها بطور روزانه توزین شده و به اندازه اختلاف وزن آنها با وزن اولیه در شروع آزمایش، به آنها آب مقطر اضافه گردید. این عمل جهت جلوگیری از تغییر پتانسیل هر محلول در اثر تبخیر آب صورت گرفت سپس بذره‌های جوانه زده (بر اساس خروج ریشه چه) هر پتری دیش روزانه شمارش و ثبت شد (۱۹، ۲۳ و ۲۴).

پس از گذشت ۱۴ روز از شروع آزمایش درصد جوانه زنی بذر محاسبه شد. سپس طول ریشه چه و طول ساقه چه بذور با خط کش اندازه گیری شدند، برای تعیین وزن خشک ریشه چه و ساقه چه، ابتدا نمونه‌ها با آب مقطر شسته شدند و پس از جدا کردن ریشه چه و ساقه چه، در آن با درجه حرارت 70 درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. در انتها وزن خشک ریشه چه و ساقه چه اندازه گیری گردید. همچنین سرعت جوانه زنی طبق معادله (۱) محاسبه شد (۱۸).

معادله (۱)

$$V = (a/1) + (b-a/2) + (c-b/3) + (d-c/4) \dots + (n-n-1/N)$$

در این رابطه V سرعت جوانه زنی و a, b, c, d, \dots و n نشان دهنده تعداد بذره‌های جوانه زده پس از ۱، ۲، ۳، ۴، ... و N روز بعد از شروع آبیگری آنها در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد می باشد (۱۸). تجزیه و تحلیل آماری داده های دو آزمایش به صورت مستقل و با استفاده از نرم افزار آماری SAS صورت گرفت. مقایسه کلیه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد. نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

آزمایش تنش شوری

سرعت و درصد جوانه زنی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سطوح تنش شوری بر سرعت و درصد جوانه زنی بذور معنی دار بود (جدول ۱). سرعت و درصد جوانه زنی در تیمار ۱۰۰ میلی مولار پتانسیل شوری، در مقایسه با سایر تیمارها در بیشترین میزان خود بود، به نظر می رسد بالا بودن سرعت و درصد جوانه زنی در پتانسیل ۱۰۰ میلی مولار نسبت به

تیمار شاهد بدلیل شورپسند بودن ماریتیغال باشد (۲). از نظر تأثیر سطوح تنش شوری نیز مشخص گردید که تا سطح تنش ۱۵۰ میلی مولار در سرعت و درصد جوانه زنی بذور با شاهد تفاوت معنی داری وجود نداشت، اما از ۲۰۰ میلی مولار به بعد کاهش معنی داری مشاهده شد به طوری که در سطح ۲۵۰ میلی مولار در مقایسه با تیمار شاهد، سرعت جوانه زنی ۹۲ درصد و درصد جوانه زنی ۸۴ درصد کاهش یافت (جدول ۱). همچنین بذور در ۳۰۰ میلی مولار پتانسیل شوری کمترین درصد جوانه زنی (۳ درصد) را داشتند. نتایج این آزمایش حاکی از مقاومت بالای ماریتیغال به تنش شوری است. نتایج بررسی احتشام نیا (۲) نیز حاکی از آن بود که بذور ماریتیغال دارای مقاومت بالایی به شوری در مراحل جوانه زنی می باشد. همچنین سید شریفی (۱۳) در آزمایشی با بررسی چهار سطح شوری (۰، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار) کلرید سدیم بر جوانه زنی ماریتیغال نشان داد که تنش شوری اثر معنی داری بر درصد جوانه زنی و یکنواختی جوانه زنی داشت و میانگین درصد جوانه زنی در پتانسیل شوری ۲۵ و ۵۰ میلی مولار نسبت به شاهد (آب مقطر) به ترتیب ۱۷/۲ و ۴۳ درصد کاهش یافت. علاوه بر این شرفی (۱۴) ضمن بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی بذور ماریتیغال ملاحظه کرد که زمان رسیدن تا مرحله ۱۰ درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی، از شوری تأثیر پذیرفتند. نتایج یافته های فوق از نظر تأثیر سطوح مختلف شوری بر ماریتیغال، بیانگر مقاومت بالای ماریتیغال در مراحل جوانه زنی بودند که نتایج این آزمایش با آنها همخوانی داشت.

برخی محققان معتقدند که تنش شوری با افزایش فشار اسمزی و کاهش جذب آب توسط بذور و علاوه بر این از طریق اثرات سمی یونهای سدیم و کلر، جوانه زنی بذور را تحت تأثیر قرار می دهد (۱۲) و (۳۲).

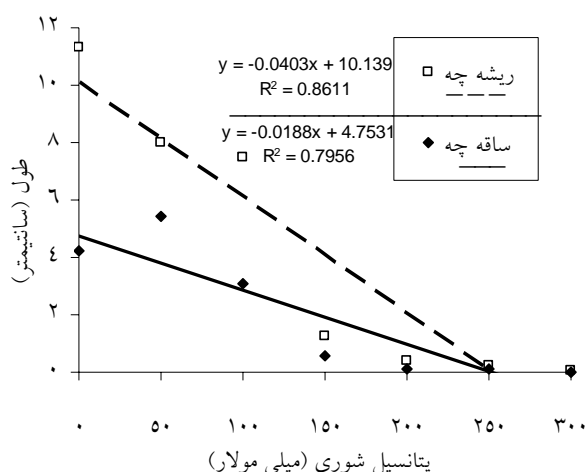
طول ریشه چه و ساقه چه

طول ریشه چه و ساقه چه با کاهش پتانسیل شوری کاهش یافت (شکل ۱). از نظر طول ریشه چه، پتانسیل های شوری ۵۰ و ۱۰۰ میلی مولار اختلافی نداشتند. همچنین بیشترین طول ساقه چه در پتانسیل شوری ۵۰ میلی مولار حاصل شد که نسبت به شاهد و سایر تیمارها معنی دار بود ($p < 0.05$). طول ریشه چه و ساقه چه در سطح پتانسیل ۱۵۰ میلی مولار نسبت به تیمار شاهد، به ترتیب ۸۹ درصد و ۸۶ درصد کاهش یافت. از یافته های فوق می توان نتیجه گرفت که افزایش تنش شوری تا حدی تحریک رشد و افزایش طول ساقه چه را در پی داشته است.

جدول ۱- مقایسات میانگین صفات مربوط به اثر سطوح مختلف شوری در گیاه ماریتیغال

پتانسیل شوری (میلی مولار)	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی (تعداد در روز)	طول ریشه چه (سانتیمتر)	طول ساقه چه (سانتیمتر)	وزن خشک ریشه چه (گرم)	وزن خشک ساقه چه (گرم)
شاهد	۵۰ ^a	۳/۰۳ ^a	۱۱/۳ ^a	۴/۲ ^b	۰/۰۳ ^b	۰/۰۳ ^b
۵۰	۴۳ ^a	۲/۵۸ ^{ab}	۷/۹۹ ^b	۵/۴۰ ^a	۰/۰۱ ^a	۰/۰۴ ^a
۱۰۰	۵۱ ^a	۳/۰۷ ^a	۷/۴۷ ^b	۳/۱۱ ^c	۰/۰۱ ^a	۰/۰۳ ^b
۱۵۰	۳۸ ^{ab}	۱/۹۸ ^{bc}	۱/۲۳ ^c	۰/۵۸ ^d	۰/۰۰۳ ^b	۰/۰۰۸ ^c
۲۰۰	۲۷ ^b	۱/۱۹ ^c	۰/۳۸ ^c	۰/۰۹ ^d	۰/۰۰۱ ^b	۰/۰۰ ^c
۲۵۰	۸ ^c	۰/۳۴ ^d	۰/۲۰ ^c	۰/۰۹ ^d	۰/۰۰ ^b	۰/۰۰ ^c
۳۰۰	۳ ^c	۰/۰۸ ^d	۰/۰۶ ^c	۰/۰۰ ^d	۰/۰۰ ^b	۰/۰۰ ^c

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند ($P < 0.05$).



شکل ۱- تأثیر سطوح پتانسیل شوری بر طول ریشه چه و ساقه چه گیاه ماریتیغال

وزن خشک ریشه چه و ساقه چه

اثر سطوح تنش شوری بر وزن خشک ریشه چه و ساقه چه ماریتیغال معنی دار بود (جدول ۱). تغییرات وزن خشک ریشه چه تا پتانسیل شوری ۱۰۰ میلی مولار تقریباً ثابت و از این پتانسیل شوری به بعد کاهش نشان دادند، بطوری که در پتانسیل ۱۵۰ میلی مولار این کاهش نسبت به تیمار شاهد به ترتیب برای وزن خشک ریشه چه و ساقه چه ۸۵ و ۷۳ درصد بود (شکل ۲). مهدیخانی (۱۷) با بررسی اثر شوری بر ماریتیغال نشان داد که با کاهش پتانسیل شوری، وزن خشک ریشه چه و ساقه چه کاهش یافت. احتشام نیا (۲) ضمن بررسی اثر شوری بر ماریتیغال گزارش کرد که وزن خشک گیاهچه با افزایش پتانسیل شوری از ۶- بار شروع به کاهش کرد. او نتیجه گرفت که گیاه ماریتیغال به تنش شوری مقاوم می باشد. به نظر

احتشام نیا (۲) در آزمایشی با بررسی سطوح پتانسیل شوری (۰، ۲، ۴، ۶، ۸- بار) بر خصوصیات رشد گیاهچه ماریتیغال نتیجه گرفت که با افزایش سطح شوری، از پتانسیل ۲- بار طول گیاهچه به آهستگی شروع به کاهش کرد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین مهدیخانی (۱۷) با بررسی اثر شوری بر ماریتیغال نشان داد که با افزایش سطوح شوری، طول ریشه چه و طول ساقه چه کاهش یافت.

برخی مطالعات نشان می دهد که بذور جوانه زده در محیط های شور دارای ساقه چه ها و ریشه چه های کوتاهتری هستند و کلرید سدیم نسبت به سایر مواد شوری زا، بر ظهور بافت های جنینی اثر بازدارندگی شدیدتری دارد (۲۵ و ۲۶).

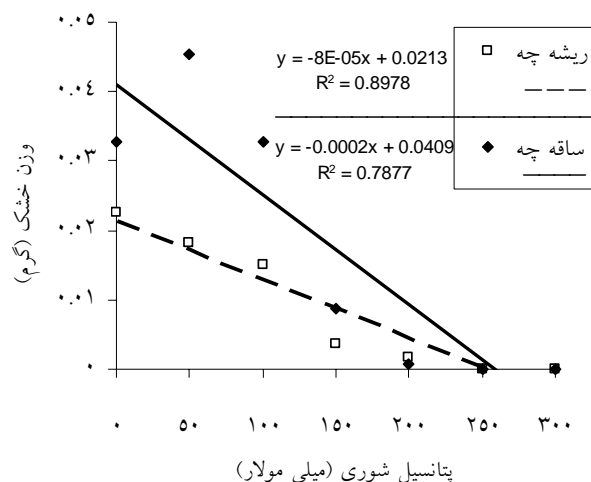
می‌رسد کاهش پتانسیل اسمزی و اثرات سمیت یونی با افزایش سطوح شوری فرآیند رشد ریشه چه و ساقه چه را دچار اختلال نموده که خود کاهش وزن خشک گیاهچه را بدنبال خواهد داشت نتایج مطالعه برخی محققان روی کلزا نیز این موضوع را تأیید کرده است (۳۳).

کاهش خصوصیات جوانه زنی مورد بررسی در این آزمایش را می‌توان به کاهش میزان و سرعت جذب آب (۲۱ و ۲۲) و همچنین تأثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی منفی حاصل از نمک و سمیت یونها بر فرآیندهای هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره ای بذور و در نتیجه مختل شدن ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده نسبت

داده‌ها (۳۲). اثرات تنش خشکی

سرعت و درصد جوانه زنی

اثر سطوح مختلف خشکی بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذور معنی‌دار بود (جدول ۲). درصد جوانه زنی در تیمار شاهد با پتانسیل‌های خشکی ۴- و ۵- بار اختلاف آماری نداشت. علاوه بر این پتانسیل‌های خشکی ۱-، ۲- و ۳- بار بیشترین درصد جوانه زنی را داشتند ولی از نظر آماری با یکدیگر اختلافی نداشتند (جدول ۲).



شکل ۲- تأثیر سطوح پتانسیل شوری بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه ماریتیغال

جدول ۲- مقایسات میانگین صفات مربوط به اثر سطوح مختلف خشکی در گیاه ماریتیغال

وزن خشک ساقه چه (گرم)	وزن خشک ریشه چه (گرم)	طول ساقه‌چه (سانتیمتر)	طول ریشه‌چه (سانتیمتر)	سرعت جوانه زنی (تعداد در روز)	درصد جوانه زنی	تیمارهای خشکی (بار)
۰/۰۲ ^a	۰/۰۲۵ ^{bc}	۲/۰۰ ^a	۸/۸۵ ^a	۴/۰۷ ^a	۵۶ ^{bc}	شاهد
۰/۰۲ ^a	۰/۰۴۸ ^a	۱/۳۳ ^b	۶/۹۰ ^{ab}	۴/۲۳ ^a	۷۱ ^a	-۱
۰/۰۲ ^a	۰/۰۳۵ ^b	۱/۲۱ ^b	۵/۵۱ ^{bc}	۳/۸۲ ^{ab}	۶۳ ^{ab}	-۲
۰/۰۱ ^b	۰/۰۲۳ ^{bc}	۰/۶۱ ^c	۳/۵۹ ^{cd}	۳/۱۶ ^b	۵۹ ^{abc}	-۳
۰/۰۰۸ ^c	۰/۰۱۷ ^{cde}	۰/۴۶ ^{cd}	۳/۷۸ ^{cd}	۲/۲۳ ^c	۴۸ ^{bcd}	-۴
۰/۰۰۸ ^c	۰/۰۲۰ ^{cd}	۰/۴۸ ^{cd}	۴/۳۳ ^{bcd}	۱/۷۸ ^{cd}	۴۷ ^{cd}	-۵
۰/۰۰۴ ^{cd}	۰/۰۱۳ ^{cdef}	۰/۳۳ ^{cd}	۲/۸۸ ^{cd}	۱/۵۵ ^{cd}	۴۰ ^{de}	-۶
۰/۰۰۳ ^d	۰/۰۰۷ ^{def}	۰/۲۸ ^{cd}	۲/۵۳ ^{cd}	۱/۰۰ ^{de}	۲۸ ^{ef}	-۷
۰/۰۰۳ ^d	۰/۰۰۴ ^{ef}	۰/۳۵ ^{cd}	۲/۴۵ ^{cd}	۰/۵۸ ^e	۱۹ ^{fg}	-۱۰
۰/۰ ^d	۰/۰۰۱ ^f	۰/۱۱ ^d	۸۸/۱ ^d	۰/۲۵ ^e	۹ ^g	-۱۵
۰/۰۰۱ ^d	۰/۰۰۱ ^f	۰/۰۸ ^d	۱۷/۱ ^d	۰/۳۹ ^e	۱۶ ^{fg}	-۲۰

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند ($p < 0.05$).

۱۰ درصد جوانه زنی و سرعت جوانه زنی، تأثیر معنی داری نداشت. یافته های فوق حاکی از مقاومت بالای بذور ماریتیغال به تنش خشکی است.

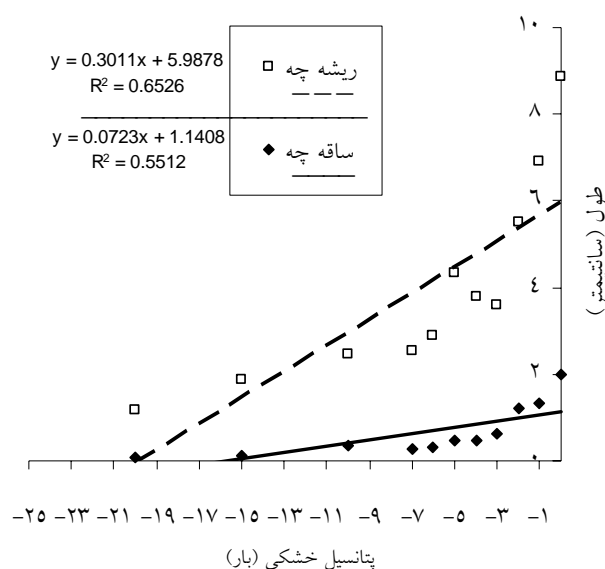
بیان شده است (۲۸) که اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد، فعالیت های متابولیکی جوانه زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجه مدت زمان خروج ریشه چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه زنی کاهش می یابد.

طول ریشه چه و ساقه چه

سطوح پتانسیل خشکی باعث بروز تفاوت معنی دار در طول ریشه چه و ساقه چه شد (جدول ۲). با افزایش شدت تنش خشکی از ۵- بار به پایین، طول ریشه چه به طور معنی داری کاهش یافت (شکل ۳). با افزایش تنش خشکی تنها تا میزان ۱- بار، طول ساقه چه ۳۳ درصد و طول ریشه چه ۲۲ درصد کاهش یافتند. با مقایسه نتایج دو آزمایش تنش خشکی و تنش شوری مشخص شد که طول ساقه چه نسبت به ریشه چه خسارت بیشتری را متحمل گردید (جدول ۱ و ۲). کاهش طول ریشه چه با افزایش آب توسط تاکل (۳۱) نیز گزارش و یکی از علل کاهش طول ساقه چه در شرایط تنش خشکی، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت های ذخیره ای بذر به جنین ذکر شده است. به طور کلی بذور جوانه زده در محیط هایی که تحت شرایط تنش هستند دارای ساقه چه ها و ریشه چه های کوتاهتری هستند (۲۵).

از یافته های فوق می توان نتیجه گرفت که افزایش تنش خشکی تا یک حدی، تحریک و افزایش درصد جوانه زنی را بدنبال داشته است. همچنین، جوانه زنی در پتانسیل خشکی ۶- بار نسبت به تیمار شاهد، ۲۹ درصد کاهش نشان داد. بذور ماریتیغال تا ۲۰- بار کاهش پتانسیل آب قادر به جوانه زنی بودند و در این پتانسیل، ۱۶ درصد جوانه زنی انجام شد.

سرعت جوانه زنی نیز با افزایش تنش خشکی کاهش یافت (جدول ۲). تیمارهای شاهد، ۱- و ۲- بار از لحاظ سرعت جوانه زنی، با یکدیگر اختلاف آماری نداشتند. در پتانسیل خشکی ۳- و ۴- بار، کاهش سرعت جوانه زنی نسبت به شاهد به ترتیب ۲۲ و ۴۶ درصد بود. کاهش سرعت جوانه زنی تا پتانسیل ۶- بار ادامه داشت ولی بعد از آن با افزایش تنش خشکی، کاهش سرعت جوانه زنی معنی دار نبود. سرعت جوانه زنی یکی از شاخص های مهم در ارزیابی تحمل به خشکی در مرحله جوانه زنی است زیرا هر چه سرعت جوانه زنی بیشتر باشد، شانس سبز شدن تحت شرایط تنش بیشتر خواهد شد (۲۴). بطوری که بیان شد در این آزمایش نیز پتانسیل های ۱- و ۲- بار با شاهد اختلافی نداشتند و از سرعت جوانه زنی بالایی برخوردار بودند. شرفی (۱۴) با بررسی تأثیر سطوح مختلف خشکی بر جوانه زنی ماریتیغال نشان داد که تحت تنش خشکی بین برخی صفات از جمله رشد گیاهچه و یکنواختی جوانه زنی، رابطه ی معکوس و منفی وجود دارد، او بیان کرد که حداکثر جوانه زنی تحت تأثیر سطوح مختلف خشکی قرار نگرفت و دلیل آن را به سختی پوسته بذر در مرحله جذب آب نسبت داد. از طرف دیگر تنش خشکی بر زمان رسیدن تا مرحله



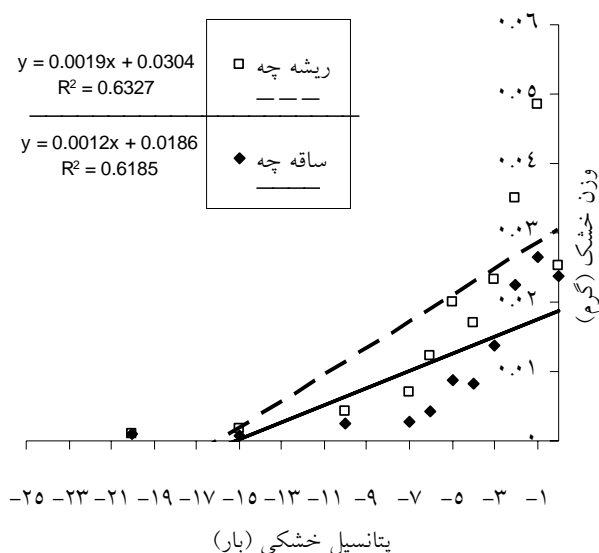
شکل ۳- تأثیر سطوح تنش خشکی بر طول ریشه چه و ساقه چه گیاه ماریتیغال

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

ساقه‌چه شد (۷ و ۱۱).

با افزایش تنش خشکی، وزن خشک ریشه‌چه به تدریج کاهش یافت. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه مربوط به سطح تنش ۱- بار بود ($p < 0.05$). وزن خشک ساقه‌چه با افزایش تنش خشکی از سطح پتانسیل ۳- بار به پایین، بطور معنی داری کم شد، به گونه‌ای که این میزان در همین سطح در مقایسه با تیمار شاهد ۵۰ درصد کاهش نشان داد (شکل ۴).

کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر افزایش تنش خشکی، امر طبیعی بوده و نتایج شرفی (۱۴) حاکی از آن است که با افزایش سطوح تنش خشکی، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه ماریتیغال کاهش یافت. گزارشاتی وجود دارد مبنی بر اینکه تنش خشکی در برخی گیاهان مثل ریحان و شنبلیله باعث کاهش وزن در ریشه‌چه و



شکل ۴- تأثیر سطوح پتانسیل خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه ماریتیغال

منابع

- ۱- ابدالی مشهدی، ع.، و ق. فتحی. ۱۳۸۱. بررسی اثر سطوح مختلف تراکم بر عملکرد و میزان روغن دانه گیاه دارویی ماریتیغال در شرایط آب و هوایی اهواز. مجله پژوهش و سازندگی. ۵۴: ۲۸-۳۳.
- ۲- احتشام نیا، ع. ۱۳۸۶. اثرات شوری بر مولفه‌های رشد گیاهچه ۱۰ گیاه دارویی. سومین همایش گیاهان دارویی. تهران، دانشگاه شاهد. آبان ماه. ص. ۱۲۳.
- ۳- امید بیگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات فکر روز تهران.
- ۴- امید بیگی، ر. ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۵- برزگر، ا. و م. رحمانی. ۱۳۸۳. مطالعه اثر برخی تنش‌های محیطی بر تحریک جوانه‌زنی در گیاه زوفا (*Hyssopus officinalis*). مجموعه چکیده مقالات دومین همایش گیاهان دارویی. تهران، دانشگاه شاهد. بهمن ماه. ص. ۶۷.
- ۶- جودی، م.، ح. دهقانی، م.، جان محمدی، و ا. عبادی. ۱۳۸۳. پاسخ گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum*) به تنش‌های خشکی و شوری

- در مرحله جوانه زنی. مجموعه چکیده مقالات دومین همایش گیاهان دارویی. تهران، دانشگاه شاهد. بهمن ماه. ص. ۷۷.
- ۷- حسنی، ع. ۱۳۸۴. اثر تنش آبی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر خصوصیات جوانه زنی گیاه ریحان. فصلنامه پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۱(۴): ۵۳۳-۵۴۳.
- ۸- دوازده امامی، س. ۱۳۸۴. مقایسه گیاهان دارویی با دیگر محصولات کشاورزی در شرایط تنش شوری. همایش ملی توسعه پایدار گیاهان دارویی. مشهد. مردادماه. ص. ۲۵۷-۲۵۸.
- ۹- رحیمیان مشهدی، ح.، ع. باقری کاظم آبادی و ا. پایاب. ۱۳۷۰. اثر پتانسیل های مختلف حاصل از پلی اتیلن گلیکول و کلرور سدیم توأم با درجه حرارت بر جوانه زنی توده های گندم دیم. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۵: ۳۶-۴۵.
- ۱۰- رضایی، م. ۱۳۸۳. اثرات سطوح مختلف شوری بر جوانه زنی بذور زیره سبز (*Cuminum cyminum*). مجموعه چکیده مقالات دومین همایش گیاهان دارویی. تهران، دانشگاه شاهد. بهمن ماه. ص. ۹۳.
- ۱۱- ریاست، م. ۱۳۸۴. بررسی تحمل به خشکی در جمعیت های مختلف شنبلیله چند ساله. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۱۳: ۱۸۹-۲۰۸.
- ۱۲- زینلی، ا.، ا. سلطانی و س. گالشی. ۱۳۸۱. واکنش اجزای جوانه زنی بذر به تنش شوری در کلزا (*Brassica napus* L.). مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۲: ۱۴۵-۱۳۷.
- ۱۳- سید شریفی، ر. ۱۳۸۶. بررسی اثر شوری بر شاخص های جوانه زنی ارقام ماریتیغال. سومین همایش گیاهان دارویی، تهران، دانشگاه شاهد. آبان ماه. ص. ۲۰۷.
- ۱۴- شرفی، س. ۱۳۸۶. ارزیابی تأثیر سطوح شوری و خشکی بر برخی صفات گیاهچه ماریتیغال. سومین همایش گیاهان دارویی، تهران، دانشگاه شاهد. آبان ماه. ص. ۲۱۴.
- ۱۵- کوچکی، ع.، م. راشد محصل، م. نصیری، و م. صدرآبادی. ۱۳۷۶. (ترجمه). مبانی فزیولوژی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی.
- ۱۶- مرادی، ع. ۱۳۸۵. طرح علمی و تحقیقاتی در خصوص گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*). مجتمع آموزشی جهاد کشاورزی مشهد.
- ۱۷- مهدیخانی، ه. ۱۳۸۶. اثر تنش شوری بر جوانه زنی گیاهان دارویی. سومین همایش گیاهان دارویی. تهران، دانشگاه شاهد. آبان ماه. ص. ۱۴۴.
- ۱۸- هاشمی دزفولی، ا.، و م. آقاعلیخانی. ۱۳۷۸. خفتگی و رویش بذر. (ترجمه). دانشگاه شهید چمران اهواز.
- 19- Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Oxford and IBH. Publishing.
- 20- Bloom, A., and E. E. Pstein. 1984. Varietal differences in salt induced respiration in barely. Plant Physiology. 90:1444-1456.
- 21- Allen, S. G., A. K. Dobrenz, and P. G. Bartels. 1986. Physiological response of salt tolerant and non tolerant alfalfa to salinity during germination. Crop Science. 26: 1004-1008.
- 22- Chadho, K., and G. Rajender. 1995. Advance in Horticulture Medicinal and Aromatic Plants. Vol. 11. Maldorta. Pub. New Delhi.
- 23- Emmerich, W. E., and S. P. Hardegree. 1991. Seed germination in polyethylene glycol solution effect of filter paper exclusion and water vapor loss. Crop Science. 31: 454-458.
- 24- Fernandez, G., and M. Johnston. 1995. Seed vigor testing in lentil, bean, and chickpea. Seed Science and Technology. 23: 617-627.
- 25- Katergi, N., J. W. Van Hoorn, A. Hamdy, F. Karam, and M. Mastrortilli. 1994. Effect of salinity on emergence and on water stress early seedling growth of sunflower and maize. Agricultural Water Management. 26: 81-91.
- 26- Khan, M. A., and I. A. Ungar. 1985. The role of hormones in regulators the germination of polymorphic seeds and early seedling growth of *Atriplex triangularis* under saline condition. Physiology Plantarum. 63: 109-113.
- 27- Marchner, H. 1995. Mineral Nuteition of Higher Plants. (2nd Ed). Academic Press, London. pp: 6-73.
- 28- Mayer, A. M., and A. Poljakoff-Mayber. 1989. The Germination of Seeds. 4 ed. Pergamon Press. Oxford.
- 29- Michel, B. E., and M. R. Kaufman. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology. 51: 914-916.
- 30- Poljakoff-mayber, A., G. F. Somers, E. Werker and J. I. Gallagher. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae), their structure, germination and salt tolerance. American Journal of Botany. 81: 54-59.
- 31- Takel, A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. Acta Agronomica Hungarica. 48: 95-102.
- 32- Rehman, S., P. J. C. Harris, W. F. Bourne, and J. Wikin. 1997. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of Acacia seeds. Seed Science and Technology. 25: 45-57.
- 33- Redmann, R. E., M. Q. Qi and M. Belyk. 1994. Growth of transgenic and standard canola (*Brassica napus* L.) varieties in response to soil salinity. Plant Science. 74: 797-799.