

بررسی اثر تنش خشکی بر روی یونجه یکساله (*Medicago scutellata* Mill)

در مرحله جوانه زنی

علیرضا محمودی^۱، حسین بارانی^۲، افشین سلطانی^۳ و عادل سپهری^۴

تاریخ دریافت: 87/1/18 – تاریخ پذیرش: 87/4/25

چکیده

استفاده از گونه های مرتعی مقاوم به خشکی در امر اصلاح و توسعه مراتع دارای اهمیت فراوانی است. با توجه به اهمیت یونجه های یکساله در امر احیاء و توسعه مراتع و آگاهی کم از شناخت میزان مقاومت این گونه ها در برابر تنش های خشکی، به همین دلیل این آزمایش به منظور بررسی تحمل یونجه یکساله *M. scutellata* Mill. به تنش خشکی در مرحله جوانه زنی انجام شد. در مرحله جوانه زنی برای ایجاد تنش خشکی از ماده پلی اتیلن گلیکول (PEG) 6000 با سطوح خشکی (0، 0/2، -0/4، -0/6 و -0/8 مگاپاسکال) استفاده شد. بررسی مولفه های جوانه زنی (درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی) در محیط پتری دیش و مطالعه رشد گیاهچه (طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه) در حوله کاغذی انجام گرفت. نتایج نشان داد در مرحله جوانه زنی با افزایش پتانسیل اسمزی درصد، سرعت و یکنواختی جوانه زنی، طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه کاهش یافتند. بطوریکه در پتانسیل های 0/2، -0/4، -0/6 و -0/8 مگاپاسکال میزان درصد جوانه زنی نسبت به شاهد (0 مگاپاسکال) 8، 18، 48 و 100 درصد کاهش نشان داد. با توجه به نتایج این تحقیق می توان نتیجه گرفت این گونه در مرحله جوانه زنی دارای مقاومت نسبی در برابر تنش خشکی است. نتیجه این تحقیق می تواند مورد توجه متولیان اصلاح و توسعه مراتع قرار گیرد.

واژه های کلیدی: تنش خشکی، پلی اتیلن گلیکول، یونجه حلزونی، *Medicago Scutellata* مولفه های جوانه زنی، پارامترهای رشد گیاهچه.

-
- 1- کارشناسی ارشد مرتع داری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - 2- استاد یار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - 3- استاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
 - 4- دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

از مهمترین مشکلات مناطق خشک و نیمه خشک، کمبود آب است، که بر روی رشد و نمو گیاهان اثر می گذارد. بیش از نیمی از مساحت کشور ما جزو مناطق نیمه خشک جهان به حساب می آید که میزان بارندگی در این مناطق حدود 250 میلیمتر یا کمتر از آن است (کوچکی و نصیری، 1375). با توجه به اینکه بخش اعظمی از مراتع کشورمان در این مناطق قرار دارد، بحث خشکی و تنش حاصل از آن در گیاهان این مناطق دارای اهمیت بسیاری است. از نظر بیولوژیک تنش عبارت است از هر گونه تغییر در شرایط محیطی که عکس العمل گیاه را از حد مطلوب خارج سازد. تنش خشکی از مهمترین تنش ها است و سایر تنش ها اغلب بطور مستقیم و غیر مستقیم از طریق تنش خشکی گیاه را تحت تاثیر قرار می دهند. اگر گیاهی به تنش خشکی مقاوم باشد، به سایر تنش های فیزیکی محیط مقاومت نسبی خواهد داشت (کوچکی و بنایان اول، 1373).

اولین مرحله ای که گیاه ممکن است با خشکی مواجه شود، جوانه زنی است. از آنجاییکه جوانه زنی با جذب آب آغاز می شود، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب عدم جوانه زنی و یا کاهش درصد و سرعت جوانه زنی می گردد (اسمیتون^۱ و همکاران، 1985). تعاریف مختلفی برای جوانه زنی ارائه شده است، متخصصین فیزیولوژی جوانه زنی را به صورت

خروج ریشه چه از پوسته بذر تعریف کرده اند (سرمدنیا، 1376). جوانه زنی از مراحل مهم و حساس چرخه زندگی گیاهان و یک فرایند کلیدی در سبز شدن گیاهچه به شمار می رود (دیوی لیرز و همکاران^۲، 1994). تنش آب از مهمترین عوامل ناتوانی بذور برای جوانه زنی است زیرا این تنش سرعت و درصد جوانه زنی را به تدریج کاهش می دهد و در نهایت استقرار گیاهچه را به تاخیر می اندازد (پریسکو^۳ و همکاران، 1992). توانایی جذب آب توسط بذر نیز بستگی به پتانسیل آب در خاک دارد. چنان چه پتانسیل آب خاک منفی تر باشد بذر به سختی آب جذب می کند و این مسئله می تواند به جوانه زنی و سبز شدن گیاه آسیب جدی وارد کند. یکی از مواد پر کاربرد برای ایجاد تنش خشکی در مرحله جوانه زنی پلی اتیلن گلاکول است (امریچ و هاردگر^۴، 1990). وجود این ماده در آب باعث کاهش انرژی آزاد شده آب و در نتیجه پتانسیل آب شود. این کاهش پتانسیل آب ناشی از مواد حل شده را کاهش پتانسیل اسمزی می نامند. پتانسیل اسمزی همیشه کمتر یک و عدد منفی است. واحد رایج آن هم مگاپاسکال و بار است. در پتانسیل های اسمزی منفی تر جذب آب توسط بذر کاهش می یابد (سلطانی، 1386).

با توجه به اینکه مطالعات گستردهای در زمینه تنش خشکی بر روی جوانه زنی انجام

3- Prisco
4- Emmerich & Hardgree

1- Smithson *et al*
2- Devilliers *et al*.

علوم زراعی گرگان انجام شد. سطوح پتانسیل اسمزی (صفر، -/2، -/4، -/6، و -/8 مگا پاسکال) در این آزمایش مورد استفاده شد. برای هر سطح خشکی چهار تکرار قرار داده شد. در این تحقیق برای اجاد تنش خشکی مورد نظر از ماده پلی اتیلن گلیکول 6000 استفاده شد. غلظت پلی اتیلین گلیکول که برای تهیه هر پتانسیل آب لازم بود از طریق فرمولی که میشل و کافمن¹ (1973) به شرح زیر ارائه دادند بدست آمد.

$$S = (1/18 \times 10^{-2})C - 1/18 \times 10^{-4} C^2 + (2/67 \times 10^{-4})CT + 8/39 \times 10^{-7} C^2$$

در این فرمول C غلظت پلی اتیلین گلیکول 6000 بر حسب گرم در لیتر، T درجه حرارت بر سانتی گراد و S پتانسیل آب بر حسب بار بود. مقادیر غلظت های مورد نیاز واحد بار به مگاپاسکال تبدیل شدند. هر 10 بار معادل 1 مگاپاسکال است. اندازه گیری مؤلفه های جوانه زنی (حداکثر جوانه زنی، سرعت و یکنواختی بذور) در محیط پتری دیش و اندازه گیری پارامتر های رشد (طول و وزن خشک ریشه چه و ساقه چه) در حوله کاغذی انجام شد.

محیط پتری دیش: ابتدا پتری دیش های تمیز شده، به مدت دو ساعت در دمای 110 درجه سانتی گراد در دستگاه آون استریل شدند. کف هر پتری دیش به تعداد دو لایه صافی واتمن شماره یک قرار داده شد. سپس در داخل هر پتری دیش به مقدار 5 میلی متر از محلول پلی اتیلین گلیکول 6000 با پتانسیل آب -/2، -/4، -/6، و -/8 مگا پاسکال

شده، ولی اکثر مطالعات در مرحله جوانه زنی گیاهان زراعی به ویژه ارقام مختلفی از غلات بوده و امثال اینگونه مطالعات بر روی گیاهان مرتعی به مراتب کمتر انجام شده است. یونجه حلزونی (*Medicago scutellata* Mill) گونه ای یکساله از تیره بقولات (قهرمان، 1370). بذر این گونه نسبت به گونه های دیگر این طایفه نسبتاً درشتتر است. این گیاه بیشترین میزان تولید بذر و تولید علوفه را در بین یونجه های یکساله دارد. درصد پروتئین میوه (نیام) بالا است و از همین روی دام ها به غلاف (نیام) علاقه زیاد دارند. با توجه به مطالب ذکر شده و با توجه به عدم شناخت دقیق از رفتار گونه های مرتعی در برابر تنش خشکی و عدم شناخت از میزان مقاومت آنها به خشکی، ضروری است که مطالعات گسترده ای در این زمینه صورت گیرد تا با شناخت بهتری بتوان گونه های مقاوم به خشکی را در ایجاد پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک انتخاب نمود. هدف از این تحقیق، تعیین مقاومت به خشکی گونه یونجه حلزونی در مرحله جوانه زنی بوده است. همچنان از دلایل انتخاب این گونه می توان به اهمیت این گیاه در رابطه با پوشش گیاهی و تولید علوفه مورد استفاده دام ها، اهمیت گیاه در سیستم لی فارمینگ (تناوب غله و مرتع)، تثبیت بیولوژیکی ازت، حفاظت خاک در مناطق مختلف ایران ذکر نمود.

مواد و روش ها

این بررسی به صورت آزمایش کاملاً تصادفی در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده

پیچانده شده و به صورت عمودی به مدت 14 روز در دمای 20 درجه در درون محیط انکوباتور قرار داده شدند. جهت جلوگیری از تبخیر، حوله ها در پاکت های نایلونی قرار داده شدند. در خاتمه آزمایش (بعد از 14 روز) طول ریشه چه و ساقه چه بذور با خط کش اندازه گیری شد. برای بدست آوردن وزن خشک ریشه چه و ساقه چه، ریشه چه و ساقه چه از همدیگر جدا شده به مدت 48 ساعت در دمای 70 درجه سانتی گراد در آون خشک و وزن آنها را برحسب گرم اندازه گیری شدند. داده های حاصل از آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای تجزیه داده ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد. مقایسه میانگین هر صفت با استفاده از آزمون LSD انجام شد (سلطانی، 1377).

نتایج

حداکثر درصد جوانه زنی: حداکثر درصد جوانه زنی نشان دهنده کل درصد بذور جوانه زده تا پایان مدت آزمایش است. خشکی بر حداکثر درصد جوانه زنی اثر معنی داری داشت (جدول 1). حروف a, b, c, d و e نشان دهنده اختلاف معنی دار بودن بین میانگین تیمارهای مختلف تنش خشکی است. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بودن بین میانگین تیمارهای مختلف تنش خشکی است. مطابق جدول 2 با افزایش سطوح خشکی درصد جوانه زنی کاهش یافت. شکل 1 رابطه بین درصد جوانه زنی و سطوح مختلف تنش خشکی را نشان می دهد.

بسته به نوع تیمار افزوده شد. برای تیمار شاهد از آب مقطر استفاده شد. تعداد 25 عدد بذر سالم و یکنواخت به مدت 40 ثانیه با وایتکس 10 درصد ضد عفونی و سپس با آب مقطر فراوان شستشو و در داخل هر پتری دیش قرار داده شد.

پتری دیش را در محیط انکوباتور در دمای مطلوب 20 درجه قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه زده به صورت روزانه و در ساعت معینی ثبت شدند. در هنگام شمارش، بذوری که طول ریشه چه آنها 2 میلی متر یا بیشتر بود به عنوان بذور جوانه زده تلقی و از پتری دیش خارج شدند. شمارش تا زمانی ادامه یافت که افزایشی در تعداد بذور جوانه زده وجود نداشت. و یکنواختی جوانه زنی (تفاضل بین زمان رسیدن به 90 درصد جوانه زنی و 10 درصد جوانه زنی) بود که کم بودن این فاکتور یکنواختی بیشتر را نشان میدهد. در این آزمایش برای محاسبه سه مورد فوق از برنامه Germin-g استفاده شد.

محیط حوله کاغذی: در این بخش کشت بذور در حوله های کاغذی به ابعاد 30×45 سانتی متر انجام گرفت. حوله های کاغذی را در داخل محلول آب مقطر و پلی اتیلین گلیکول با پتانسیل آبی مخصوص هر تیمار غوطه ور ساخته و پس از خارج کردن آب اضافی دو قطعه از حوله کاغذی را روی هم قرار داده و تعداد 25 عدد بذر را به صورت خطوط طولی با فواصل معین که از ضلع بالایی 10 سانتی متر فاصله داشت قرار داده شد. سپس حوله کاغذی دیگری که آغشته به همان محلول بود روی بذر ها قرار داده شد. نهایتاً حوله کاغذی

درصد جوانه زنی (D90) و 10 درصد جوانه زنی (D10) است. کم بودن این فاکتور یکنواختی بیشتر جوانه زنی را نشان می دهد. به بیان دیگر هر چقدر مقدار D10 و D90 به همدیگر نزدیکتر باشند، بذره‌های بیشتری در یک دوره زمانی کوهتاتر جوانه می زنند. بخش عمده جوانه زنی بذرها در فاصله زمانی D10 و D90 اتفاق می افتد (سلطانی، 1380). خشکی بر یکنواختی جوانه زنی اثر معنی داری داشت (جدول 1). شکل (4) نشان می دهد با افزایش تنش آب بذور زمان بیشتری را جهت رسیدن به 90 درصد جوانه زنی لازم است.

همچنین در شکل 2 درصد جوانه زنی یونجه حلزونی به صورت تجمعی در پتانسیل های مختلف خشکی ترسیم شده است. همان طور که در این شکل ملاحظه می شود مدت زمان لازم برای حداکثر جوانه زنی با افزایش سطوح تنش اسمزی افزایش می یابد. **سرعت جوانه زنی:** سرعت جوانه زنی برابر عکس زمان رسیدن به 50 درصد جوانه زنی است. خشکی بر سرعت جوانه زنی اثر معنی داری داشت (جدول 1). با افزایش سطوح مختلف تنش خشکی سرعت جوانه زنی کاهش یافت (شکل 3).

یکنواختی جوانه زنی: یکنواختی جوانه زنی عبارت از تفاضل بین زمان رسیدن به 90

جدول 1: مقادیر مجموع مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای مؤلفه های شمارشی جوانه زنی

منبع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	یکنواختی جوانه زنی
خشکی	4	26650/37**	0/089**	11541/26**
اشتباه	15	6/06	0/006	38/14
ضریب تغییرات		0/97	1/37	10/39

** معنی داری در سطح 1 درصد

مگاپاسکال نسبت به تنش شاهد 80 درصد کاهش نشان می دهد. **نسبت طول ریشه چه به ساقه چه:** خشکی بر نسبت طول خشک ریشه چه به ساقه چه اثر معنی داری داشت (جدول 2). آزمون مقایسه میانگین نسبت طول ریشه چه به ساقه چه های تحت تاثیر تنش های مختلف خشکی (شکل 9) نشان می دهد که با افزایش پتانسیل اسمزی محیط نسبت طول ریشه چه به ساقه چه افزایش می یابد.

طول ریشه چه و ساقه چه: افزایش پتانسیل اسمزی تاثیری معنی داری بر طول ریشه چه و ساقه چه داشت (جدول 2). با افزایش سطوح مختلف تنش خشکی، از مقدار طول ریشه چه کاسته شد (شکل 4). همچنین این شکل نشان می دهد میزان طول ریشه چه در تنش 0/6 مگا پاسکال نسبت به شاهد (صفر مگاپاسکال) 60 درصد کاهش داشته است. با افزایش سطوح مختلف تنش خشکی، مقدار طول ساقه چه کاسته شد (شکل 5). طبق شکل 5 میزان طول ساقه چه در تنش 0/6

جدول 2: مقادیر مجموع مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای مؤلفه های غیرشمارشی و طولی جوانه زنی

منبع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	نسبت طول ریشه چه به طول ساقه چه
خشکی	4	189/82**	117/41**	17/84**
اشتباه	15	0/335	0/096	0/067
ضریب تغییرات		2/91	2/59	4/32

** معنی داری در سطح 1 درصد

از مقدار وزن خشک ساقه چه کاسته می شود (شکل 7).

نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه: خشکی بر نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه اثر معنی داری داشت (جدول 3) با افزایش پتانسیل اسمزی محیط از مقدار وزن خشک ریشه چه به ساقه چه کاسته می شود. با افزایش پتانسیل اسمزی تا $-0/2$ - مگاپاسکال نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه افزوده شد (شکل 8). ولی با افزایش پتانسیل اسمزی نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه کاهش می یابد.

جدول 3: مقادیر مجموع مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای مؤلفه های غیرشمارشی و وزنی جوانه زنی

منبع تغییر	درجه آزادی	وزن خشک ریشه چه	وزن خشک ساقه چه	نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه
خشکی	4	0/085**	0/072**	0/026**
اشتباه	15	0/00005	0/00004	0/00003
ضریب تغییرات		2/1	3/21	4/31

** معنی داری در سطح 1 درصد

ذخایر بذر و یا با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین جنین جوانه زنی را تحت تأثیر قرار می دهد (دود و دانووان¹، 1999) علت کم شدن درصد جوانه زنی در شرایط کم آبی و پتانسیل اسمزی منفی محیط، در نتیجه تأثیر اسمزی محیط و عدم تعادل یونی است. همچنین پلی اتیلن گلیکول با ایجاد تنش خشکی باعث کاهش هیدرولیز مواد اندوخته ای دانه و در نتیجه کاهش درصد

بحث و نتیجه گیری

در مجموع نتایج نشان داد تحت تأثیر سطوح تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلین گلیکول پارامترهای درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، یکنواختی جوانه زنی کاهش یافت. نتایج آخوندی و همکاران (1383)، کابلی و صادقی (1380) و زهتابیان و جوادی (1380) بر روی دیگر گیاهان دیگر مرتعی این نتایج را تأیید می کنند. تنش خشکی با محدود کردن جذب آب توسط بذر، تأثیر بر حرکت و انتقال

1- Dodd, & Donovan

می شود و سبب کاهش تنفس می شود. اشکال 5 و 6 نشان می دهند که پتانسیل اسمزی محیط بر رشد طولی ساقه چه تأثیر شدید تری نسبت به رشد طولی ریشه چه دارد. نتایج بررسی پهلوان پور جهرمی (1374) بر تأثیر تنش خشکی بر روی گونه های دیگر یونجه یکساله این نتیجه را تایید می کند. سرعت طویل شدن ساقه چه و رشد ریشه چه نیز برای استقرار گیاه بسیار مهم است. از این رو بذوری که در نواحی خشک از درصد جوانه زنی و سرعت رشد ریشه چه و ساقه چه خوبی برخوردار باشد می تواند استقرار و عملکرد بهتر و بیشتری داشته باشند (ظریف کتابی، 1378).

اشکال 8 و 9 نشان می دهند که نرخ کاهش وزن خشک در ساقه چه بیشتر از ریشه چه است. به عبارت دیگر وزن خشک ساقه چه بیشتر از ریشه چه تحت تأثیر تنش قرار دارد. البته قابل ذکر است در اثر تنش خشکی ابتدا مقدار وزن خشک ریشه چه و ساقه چه افزایش و سپس با افزایش غلظت محیط اسمزی از مقادیر آنها کاسته می شود. نتایج مشابهی توسط داس⁴ و همکاران (1996) ارائه شده است. گوپتا⁵ و همکاران (1991) نشان دادند که کاهش وزن خشک ریشه چه و ساقه چه در سطوح بالای خشکی، به علت کاهش انتقال مواد غذایی و انتقال آنها از لپه ها به محور جنینی است و رابطه مستقیمی بین میزان تجمع ماده خشک و رشد ساقه چه گیاهان متحمل وجود دارد. اثرات منفی کاهش منفی

جوانه زنی می شود (ایراکی و همکاران¹، 1989). سرعت جوانه زنی یکی از شاخص های ارزیابی تحمل به خشکی است. بطوریکه گونه هایی که تحت تاثیر شرایط خشکی دارای سرعت جوانه زنی بیشتری باشد از شانس بیشتری برای سبز شدن برخوردارند (سرمدنیا و عزیزی، 1374).

کاهش سرعت جوانه زنی در اثر کاهش پتانسیل آب ناشی از کاهش یا عدم جوانه زنی در پتانسیل های خشکی و همچنین افزایش زمان رسیدن به حداقل سطح آگیری است (دلوکیا و اس چلس سینگر²، 1995). هاداس³ (1976) گزارش کرده است که در اثر کش پتانسیل آب، جذب اولیه کاهش می یابد. یکنواختی جوانه زنی می تواند پارامتر مهمی در شرایط تنش باشد، با افزایش تنش آبی مدت زمان جذب افزایش می یابد. در این تحقیق در اثر تنش خشکی فاکتور های طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن خشک ریشه چه، وزن خشک ساقه چه و نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه کاهش می یابد. در حالیکه با افزایش تنش خشکی نسبت طول ریشه چه به ساقه چه افزایش یافت.

کاهش طول ریشه و ساقه می تواند به علت محدودیت فشار تورگر باشد. ایجاد استحکام و سختی در دیواره سلول های برگ های در حال رشد می توانند برای زنده ماندن و بقاء رشد گیاهان در شرایط کمبود آب سودمند باشد. نهایتاً سخت شدن دیواره سلول در طولانی مدت سبب ایجاد گیاهان کوچکتر

4 - Das et al
5 - Gupta et al

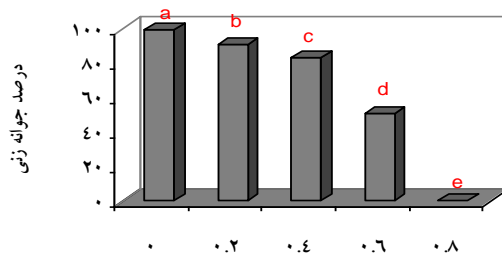
1 - Iraki et al.
2 - Delucia & Schlesinger
3 - Hadas

به عنوان گونه های مقاوم و حساس معرفی شدند.

با توجه به نتایج تحقیق، مقدار طول ریشه چه و درصد و سرعت جوانه زنی این در هنگام تنش خشکی مقایسه با گونه های دیگر یونجه یکساله بیشتر است. در نتیجه می توان نتیجه گرفت این گونه در مرحله جوانه زنی مقاومت نسبی در برابر تنش خشکی از خود نشان می دهد. به طور کلی گیاهانی که دارای مقاومت و رشد بیشتر ریشه چه و ساقه چه در مرحله جوانه زنی باشند در مرحله گیاهچه و مراحل دیگر نیز مقاومت بیشتری به خشکی از خود نشان می دهند. همچنین از جمله پیامد های این گونه تحقیقات افزایش آگاهی محققین و کمک به شناخت بهتر از درجه مقاومت به خشکی گونه های مرتعی، کمک به افزایش پوشش گیاهی پایدار مناطق خشک و نیمه خشک و در نهایت کمک به افزایش ذخیره علوفه ای مورد نیاز دام ها و همچنین کمک به حفاظت آب و خاک است.

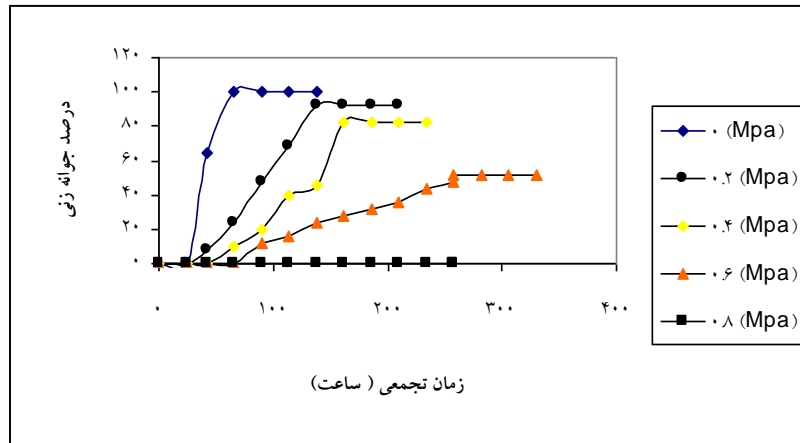
کاهش پتانسیل آب بر وزن خشک ریشه چه، ساقه چه بر روی گونه های دیگر یونجه های یکساله گزارش شده است (ظریف کتابی، 1378، اسفندیاری، 1385). آخوندی و همکاران (1383) در بررسی تأثیر تنش خشکی با پلی اتیلن گلیکول در چند ژنوتیپ یونجه در بین پارامترهای درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و طول ساقه چه، فاکتور طول ریشه چه را به عنوان بهترین شاخص برای مقایسه تحمل توده ها به تنش خشکی معرفی کردند.

پهلوان پور جهرمی (1374) در بررسی تأثیر تنش خشکی با پلی اتیلن گلیکول بر روی چند گونه یونجه یکساله عامل درصد و سرعت جوانه زنی را معیار مقایسه تحمل به تنش خشکی بررسی کرد. در بین گونه های مورد مطالعه *M. truncatula* و *M. turbinata* به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار سرعت جوانه زنی بودند. همچنین بر اساس معیار درصد و سرعت جوانه زنی این دو گونه

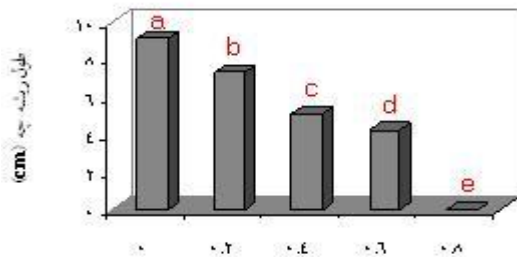


پتانسیل های مختلف خشکی (مگاسکال)

شکل 1: اثر تنش خشکی (PEG) بر درصد جوانه زنی در *M. Scutellata*

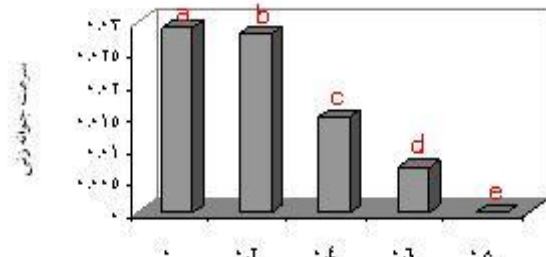


شکل 2: درصد جوانه زنی یونجه حلزونی به صورت تجمعی در پتانسیل های خشکی



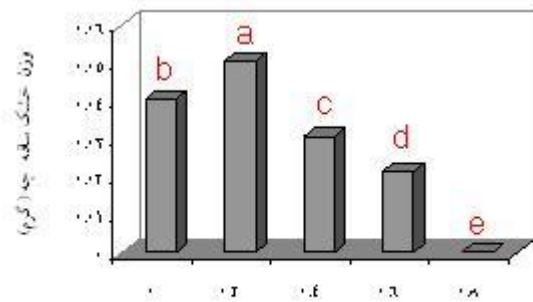
پتانسیل های خشکی (مگا پاسکال)

شکل 4: اثر تنش خشکی (PEG) بر طول ریشه چه در *M. Scutellata*



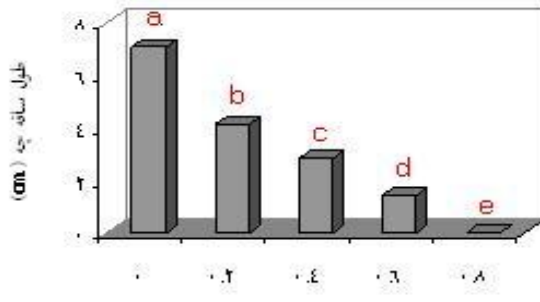
پتانسیل های مختلف خشکی (مگا پاسکال)

شکل 3: اثر تنش خشکی (PEG) بر سرعت جوانه زنی در *M. Scutellata*



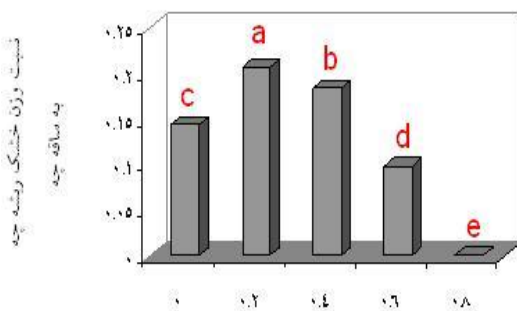
پتانسیل های خشکی (مگا پاسکال)

شکل 6: اثر تنش خشکی (PEG) بر وزن خشک ساقه چه در *M. Scutellata*



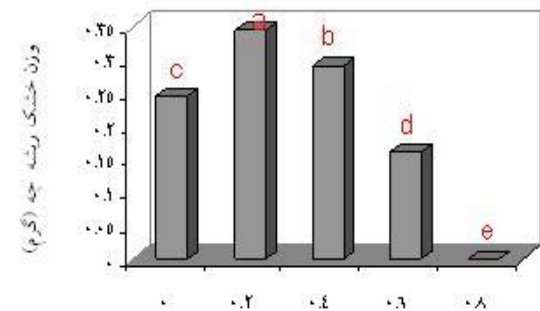
پتانسیل های خشکی (مگا پاسکال)

شکل 5: اثر تنش خشکی (PEG) بر طول ساقه چه در *M. Scutellata*



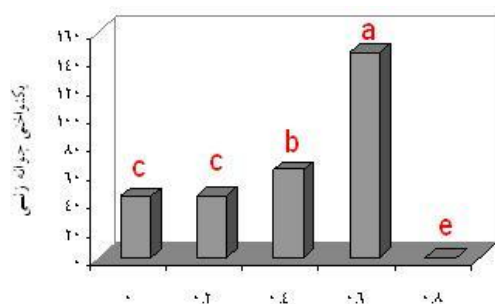
پتانسیل های خشکی (مگا پاسکال)

شکل 8: اثر تنش خشکی بر نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه

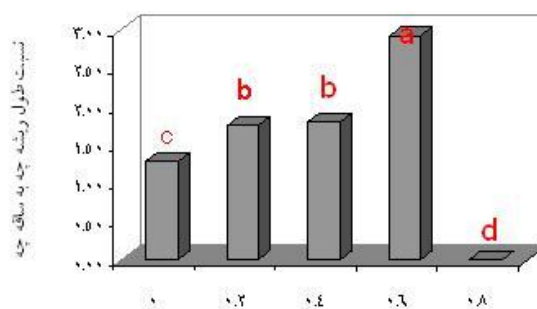


پتانسیل های خشکی (مگا پاسکال)

شکل 7: اثر تنش خشکی (PEG) بر وزن خشک ریشه چه در *M. Scutellata*



شکل 10: اثر تنش خشکی (PEG) بر نسبت یکنواختی جوانه زنی



شکل 9: اثر تنش خشکی (PEG) بر نسبت طول ریشه به ساقه چه

منابع

1. Akohondi, M., A. Safarnejad & M. Lahoti, 2004. Investigation of morphological indexes an genotypes selection of resistance alfalfa (*Medicago sativa* L.) in osmotic stress (PEG). *Pajohesh & sazandegi*, 62: 50-57 (in persian).
2. Alizadeh, A., 2004. Soil water & plant relationship. *Jahad Daneshgahi-e-Mashhad press*, 470pp.
3. Azarnivand, H. & M. javadi, 2003. Effect of drought stress on germination in two species rangeland from Agroprium. *J. Desert*,(2):192-203(in persian)
4. Azarnivand, H., 2000. Improvement and development of rangelands. *Manual. Natural resouroes of callege*, 50pp.
5. Crawford, E., J. Lake, & K. G. 1989. Breeding Annual *Medicago* species for semi arid conditions in southern Australia. *Adv. Agro*. 42: 339-437
6. Das, M., & P. H. Zaidi, 1996. Effects of various soil matric potential of germination and seeding chickpea (*Cicer artietimum*). *Legume research*. 19(4): 211-217
7. De, R. & R. K. Kar, 1995. Seed germination and seeding growth of mungbean (*vigna radiate*) under water stress induced by PEG 6000. *Seed. Sci., and Techno*, 23:301-308
8. Delucia, E. H, & W. H. Schlesinger, 1995. Photosynthetic rate and nutrient use effeciency among evergreen and decidoud shrubs in okefenokee swamp .*plant science*.156 (1):19-28.
9. Devilliers, A. J., M. W. VanRoyan & G. K., Theron, 1994. Germination of three namaqual and pioneer species as influenced by salinity, temperature and light. *Seed sci. and Techno*. 22:427-433.
10. Dodd, G. L., & L. A. Donovan, 1999. Water potential and ionic effects on germination and seeding growth of two cold desert shrubs. *Am. J. Bot*. 86: 1146-1153.
11. E- sharkawi, H. M., K. A . Farghali, & S. A sayed, 1989. Interactive of water stress Temperature and nutrients is seed germination of three desert plant. *A academic Press of Egypt*.
12. Emmerich, W. E., & S. P. Hardgree, 1990. Polyethylene glycol solution contact affection seed germination. *Agro. J*. 82: 1103-1107.
13. Esfandiari, S., 2006. Drought tolerance some species sail medic sub irrigation condition. *Msc thesis of shiraz university*, 112pp.

14. Ghahreman, A., 1991. Iranian ghoromophytes, nashr daneshgahi press. 470pp.
15. Gupta, N., J., singh, , N. R., kaur., 1991. Effect of PEG-induce water deficit on germination of chick pea cultivars differing in drought tolerance. Agronomy Journal. 107:177-182
16. Hadas, A., 1976. Water uptake and germination to leguminous seeds under changing external water potential osmotic solution. J. of. Exp,
17. Iraki, S. N., R. A., Bressan, & N. C. Carpita, 1989. Cell walls of tobacco cells and changes in composition saacited With reduced growth upon updation to water and slain stress. Plant physiol. 91: 48 -53.
18. Kaboli, M. & M. Sadeghi, 2001. effect of drought stress on germination of three Onobrochis species. Pajohesh & sazandegi, 64: 51-57 (in persian).
19. Ketabi, Z. H., 1999. Evaluation of some indexes of drought tolerance in snail medics species. Msc thesis. Agriculture faculty. Mashhad university, 157pp.
20. Kochaki, A & B. M. Aval, 1994. Function Phsiology. Jahad Daneshgahi-e-Mashhad press, 380pp.
21. Kochaki, A & N. Nasiri, 1996. Agronomy plant ecology. Jahad Daneshgahi-e-Mashhad press, 320pp.
22. Kochaki, A. & Z. H, Ketabi, 1996. Determination of optimum temprature of germination on investigation of salat and drought effects on some species rangeland. J. Desert., 1: 28-30. (in persian)
23. Michel, B. E, and M. R kaufman, 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. 164(3): 153-159
24. Pahlevanpor, A., 1995. Phsiological effects of por irrigation condition on snail medics. Msc thesis of shiraz university, 186pp.
25. Prisco, J. T., C. R. Baptista, & J. L Pinheiro, 1992. Hydration seed Pre-treatment and its effects on germination under water stress condition. Revta. Brasil. Bot. 15 (1): 31-35.
26. Prisco, J. T., C. R. Baptista & J. L. Pinheiro, 1992. Hydration seed Pre-treatment and its effects germination under water stress condition. Revta. Brasil. Bot. 15(1): 31-35
27. Sarmadnia, Gh., 1997. Seed thechnology. (translate). Jahad Daneshgahi-e-Mashhad press, 441pp.
28. Sarmadnia, Gh. & M. Azizi, 1993. Study on storage time effects on quality indexes of soybean seed. J. Agricultural Sciences and technology.9:71-91. (in persian).
29. Smithson j, B., J. A. Thompson, & R. j. Summerfield, 1985. Chic pea in grain Legume crops. PP: 312-390
30. Soltani, A., 1999. Application of SAS in statistical analysis. Jahad Daneshgahi-e-Mashhad press, 182pp.
31. Soltani, A., 2007. Soil water & plant relationship. Jahad Daneshgahi-e-Mashhad press, 246pp.