

تأثیر تنش خشکی بر رشد و گره‌زایی سه گونه یونجه

• عبدالحمید حاجبی

عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان

• حسین حیدری شریف آباد

عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: فروردین ماه ۱۳۸۶

Email: hamid_hajebi@yahoo.com

چکیده

با توجه به اهمیت یونجه در کشاورزی ایران و وجود آب و هوای خشک در اغلب قطب‌های کشاورزی کشور، لازم است گونه‌های یونجه در شرایط مناسب رطوبتی و همچنین کمبود آب مورد مطالعه قرار گیرند تا بتوان گونه‌هایی که تحمل به خشکی مناسب و در عین حال قدرت گره‌زایی بیشتری دارند، انتخاب گردند. بدین منظور سه گونه یونجه در شرایط متفاوت رطوبتی مورد آزمون جوانه زنی قرار گرفتند تا قدرت جوانه‌زنی هر کدام از آنها در شرایط تنش کمبود آب مورد بررسی قرار گیرد. سپس آنها در آزمایش دوم از نظر رشد گیاهچه‌ای و قدرت گره‌زایی در شرایط مختلف رطوبتی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج آزمایش اول نشان داد که در بین گونه‌ها، گونه *Medicago sativa* بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و هیپوکوتیل را دارد و گونه *Medicago scutellata* کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و گونه *Medicago littoralis* کمترین طول ریشه چه و هیپوکوتیل را دارا می‌باشد. در آزمایش دوم، گونه *Medicago sativa* بیشترین تعداد گره را داشته و گونه *Medicago scutellata* بیشترین وزن خشک ریشه، وزن خشک ساقه و طول ریشه چه و هیپوکوتیل را دارا بوده است. در جمع‌بندی کلی گونه *Medicago sativa* بیشترین تحمل به خشکی را داشته و در شرایط خشک عملکرد بالاتری نسبت به گونه‌های دیگر دارد. ولی در شرایط مطلوب رطوبتی، گونه *Medicago scutellata* عملکرد بیشتری نسبت به گونه‌های دیگر مورد آزمایش دارد.

کلمات کلیدی: یونجه، تنش، خشکی، گره‌زایی، PEG

Pajouhesh & Sazandegi No:77 pp: 94-103

Effect of drought stress on growth and nodulation of three species of medic

By: A.H.Hajebi, Agriculture and Natural Resources Research Center of Hormozgan Province, and H. Heidari Sharif Abad, Research Institute of Forests and Rangelands

The most part of Iran are located in arid climate and because of the importance of medic species in Iran agriculture, It is necessary to evaluate the medic species in view point of dry tolerance and nodulation, In order to selection of the most tolerant species to drought. In this study germination rate of three species of medic were tested to evaluate their germination potential in different water deficit conditions. Results of first experiment indicated that *Medicago sativa* among species represent highest average germination rate and percent as well as, high hypocotyl and radicle length, and *Medicago scutellata* exhibits the lowest average of germination rate and percent and *Medicago littoralis* represent lowest radicle and hypocotyl length. In second experiment, *Medicago sativa* showed highest number of nodes and *Medicago scutellata* showed highest root dry weight, stem dry weight, hypocotyl and radicle length. Finally among medic species, *Medicago sativa* exhibited highest tolerance to drought conditions and in drought conditions showed highest yield but in favorite conditions *Medicago scutellata* showed highest yield in comparison with other species.

Keywords: Drought, Stress, Nodulation, Medic, PEG

مقدمه

می‌باشند. منبع بسیار خوبی جهت تولید شهد و پرورش زنبور عسل، غنی از پروتئین، سرشار از انواع ویتامین‌ها (به‌خصوص ویتامین A, E, C, K) و ترکیبهای معدنی (از قبیل کلسیم و ...) است. این گونه در اصلاح خاک و جلوگیری از فرسایش آب بسیار مناسب می‌باشد. تحمل زیاد نسبت به شرایط خاص رویشگاهی اعم از شرایط نامساعد محیطی، خاک و آب و هوایی داشته و به علت وجود تنوع ژنتیکی در میان گونه‌های یونجه، این گیاه به‌عنوان یک ژرم پلاسما غنی محسوب شده و منبع ژنتیکی با ارزشی جهت اصلاح یونجه‌های چند ساله می‌باشند (۳). با توجه به سیستم ریشه‌ای و رقابت آنها با سایر گونه‌ها، در کنترل بهتر علف‌های هرز بسیار مفید خواهند بود (۶) و با توجه به یکساله بودن آنها و عمل تثبیت نیتروژن، جهت افزایش تولیدات غلات و علوفه در آیش‌غلات (Ley-Farming) مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲). علاوه بر چرای مستقیم دامها، می‌توان به صورت سیلو جهت تامین علوفه زمستانه از آنها استفاده کرد (۱۵).

جوانه زدن در بذور شامل سه مرحله هتروتروفی، انتقال و اتوتروفی می‌باشد. برای بذور گیاهان خانواده لگومینوز مرحله هتروتروفی از جذب آب آغاز شده و تا هنگام خروج گیاهچه از خاک و شروع فتوسنتز بوسیله لپه‌ها ادامه می‌یابد. مرحله انتقال از شروع فتوسنتز بوسیله لپه‌ها آغاز شده و تا اتمام مواد ذخیره‌ای لپه ادامه می‌یابد. مرحله اتوتروفی بعد از اتمام ذخیره لپه‌ها آغاز می‌شود. سرعت طویل شدن ریشه چه و هیپوکوتیل بذور از اهمیت خاصی برخوردار است. زیرا سرعت طویل شدن هیپوکوتیل دوره هتروتروفی بودن را تعیین کرده و رشد سریع ریشه نیز برای استقرار گیاه بخصوص در شرایطی که دوره جوانه زنی کم باشد بسیار مهم است (۷). بذوری که بتوانند در شرایط خشک از درصد جوانه زنی و همچنین سرعت رشد ریشه چه و ساقه چه خوبی برخوردار باشند می‌توانند استقرار بیشتر و در نتیجه عملکرد بالاتر را باعث شوند.

تنش رطوبتی عموماً باعث تاخیر در جوانه زنی، کاهش درصد و سرعت

تنش خشکی یک پدیده طبیعی است که در گیاهان بوجود می‌آید. کمبود آب در گیاه زمانی اتفاق می‌افتد که میزان تعرق بیش از مقدار جذب آب باشد به عبارت دیگر علت اصلی تنش آب در گیاه افزایش میزان تلفات آب یا کافی نبودن میزان جذب آب و یا ترکیبی از هر دو می‌باشد که بر اثر آن میزان تلفات آب ناشی از تعرق بر میزان جذب آن توسط ریشه‌ها پیشی گرفته و در صورت ادامه شرایط مذکور، میزان تنش بیشتر می‌شود. تنش آب حتی ممکن است در گیاهانی که به‌طور معمول در یک صبح آفتابی تعرق می‌کنند ایجاد شود ولی با شدت یافتن تعرق در اواسط روز یا زمانی که جذب آب بوسیله عواملی مانند خشک شدن خاک، تهویه نامناسب یا ترکیبی از عوامل فوق محدود شود، افزایش خواهد یافت (۲۳).

آب و نیتروژن از عوامل محدود کننده اصلی برای تولیدات کشاورزی محسوب می‌گردند. کشاورزان در جهت تهیه به موقع نیتروژن قابل جذب برای گیاه از یک سو و مدیریت خاک (از نظر ذخیره نیتروژن) از سوی دیگر همیشه با مشکلات عدیده‌ای روبرو هستند. محیط خاک از راه افزایش مواد آلی در خاک مثل بقایای محصولات و بقایای لاشه‌های حیوانی در کودهای حیوانی، اضافه نمودن کودهای نیتروژنی مثل کودهای نیترات، آمونیوم، اوره و غیره و از راه تثبیت نیتروژن که در طبیعت به وقوع می‌پیوندد و شامل تثبیت بیولوژیک و تثبیت غیر بیولوژیک نیتروژن هوا می‌باشد، سرشار از نیتروژن می‌گردد. کودهای نیتروژن و گیاهان خانواده بقولات دو منبع اصلی تهیه نیتروژن در خاک به حساب می‌آیند و عوامل جبران کننده نیتروژن در مقابل برداشت آن توسط محصولات می‌باشند (۵).

یونجه جزء گیاهان علوفه‌ای خانواده بقولات (پروانه آسا) است. این جنس ۶۰ گونه دارد که یک سوم آنها چند ساله و دو سوم یکساله می‌باشند (۴). این گیاه از نظر کیفیت علوفه و مواد غذایی و میزان انرژی مطلوب و از گیاهان بسیار خوش خوراک بوده و در رشد دامها موثر

جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه می‌شود (۳۳، ۳۱، ۹). با کاهش پتانسیل آب سرعت جذب آب بوسیله بذر تحت تاثیر قرار می‌گیرد ولی برای کاهش درصد جوانه‌زنی پتانسیل آب باید از حد معینی که برای هر گونه خاص متفاوت است پایین تر رود (۲۰). کاهش درصد جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ها در شرایط تنش آب می‌تواند ناشی از اثرات مستقیم تجزیه کندتر مواد آندوسپرم و لپه‌ها یا انتقال کندتر مواد تجزیه شده به گیاهچه باشد. Younis و همکاران در بررسی اثر خشکی ناشی از مانیتول بر جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های ۷ گونه یونجه مشاهده نمودند که درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش تنش رطوبتی کاهش می‌یابد. نتایج وی حاکی از وجود تفاوت بین واریته‌ها و همچنین وجود اثرات متقابل واریته در تنش رطوبتی در مورد جوانه‌زنی است. رشد گیاهچه‌ها نیز در نتیجه تنش خشکی کاهش یافت، اگر چه تفاوت بین واریته‌ها در تنش در این مورد معنی‌دار نبود (۳۳).

نتایج آزمایشات Bassiri نیز نشان می‌دهد که هنگامی که بذور جوانه‌زده یونجه به طور موقت در معرض خشکی شدید قرار می‌گیرند، رشد بعدی آنها به دلیل وارد شدن خسارت به بافت‌های جنین و در نتیجه تاخیر یا اختلال در رشد ساقه و ریشه تحت تاثیر قرار می‌گیرد (۱۱). همچنین در نتیجه خشکی موقت خصوصیات رشد ریشه تغییر یافته و خروج از خاک بدلیل تخلیه انرژی و ذخایر غذایی به تاخیر می‌افتد.

اکثراً مشاهده می‌گردد که تنش متوسط هم بر طول سلول‌ها در قسمت‌های حساس به کمبود آب تاثیر گذاشته و سبب کاهش رشد می‌گردد (۲۶). فشار تورژانس نیز ترجیحاً بر پتانسیل آب در سلول‌های در حال رشد اثر گذارده و در نتیجه باعث کاهش میزان محصول می‌شود (۱۹). یونجه در هنگامی که خاک در حالت ظرفیت زراعی است دارای حداکثر رشد می‌باشد. با کاهش میزان آب خاک رشد آن کاهش یافته و در تنش‌های شدید متوقف می‌شود (۱۴، ۲۴). با کاهش رطوبت خاک تعداد ساقه در گیاه، ارتفاع گیاه، وزن ریشه و قسمت هوایی کاهش می‌یابد (۱۲، ۱۶، ۲۷). خشکی باعث کاهش رشد ریشه نیز می‌گردد. هر چند که میزان تاثیرپذیری آن کمتر از قسمت‌های هوایی می‌باشد (۱۴، ۲۴). مطالعات متعدد حاکی از کاهش تعداد غده‌ها در نتیجه خشکی می‌باشد.

Heichel در بررسی اثر شرایط مختلف رطوبتی روی گیاهچه‌های یونجه مشاهده نمود که در گیاهچه‌های سه هفته‌ای که در شرایط رطوبت کم رشد یافته بودند تعداد غده‌ها نسبت به گیاهان شاهد ۵۰ تا ۷۰ درصد کمتر می‌باشد (۲۱). Satio و همکاران در بررسی بوته‌های لوبیا که به مدت ۷۰ روز تحت رژیم‌های مختلف رطوبتی (۰/۰۷، ۰/۰۸، ۱/۰۸ مگاپاسکال) قرار داشتند غده دهی متفاوتی مشاهده کردند. در شرایط مکش ۱ مگاپاسکال خاک تنها غده‌های کوچک و متفرق روی گیاه قابل تشخیص بود، در حالیکه در مکش ۰/۰۷ مگاپاسکال غده دهی و تثبیت نیتروژن به خوبی انجام شد (۲۸). به نظر Mckee عدم تشکیل غده یا کاهش در تعداد غده می‌تواند ناشی از کاهش بقاء ریزوبیوم در خاک باشد، البته میزان تاثیر پذیری گونه‌های مختلف باکتری متفاوت است (۲۵). خشکی می‌تواند نفوذ ریزوبیوم را به درون تارهای کشنده تحت تاثیر قرار دهد. همچنین در اثر تنش کمبود آب رشد غده‌هایی که در شرایط مناسب رطوبتی تشکیل آنها آغاز گردیده است، به تاخیر افتاده و از این طریق تعداد غده‌ها کاهش می‌یابد (۱۸). از بین رفتن غدد در نتیجه تنش کمبود آب عامل دیگری در

کاهش تعداد آنها می‌باشد (۳۴).

Keck و همکاران در مطالعه اثر خشکی و شوری روی یونجه مشاهده کردند که وزن و تعداد گره‌ها بوسیله خشکی تحت تاثیر قرار گرفته ولی شوری بر آنها تاثیر ندارد (۲۲). هر چند گالشی در مطالعه اثر شوری روی تثبیت نیتروژن گونه‌های یونجه در مرحله گیاهچه‌ای، نتیجه گرفت که افزایش شوری سبب کاهش تعداد گره‌ها و وزن خشک گونه‌های یونجه می‌گردد (۸). تنش آب بر ساختمان گره‌های تشکیل شده تاثیر می‌گذارد و میزان تاثیر بسته به شدت تنش متفاوت است (۲۹، ۳۰). خشکی می‌تواند هم گره‌های کروی (۲۹) و هم گره‌های مریستمیک (۳۰) را تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین با توجه به اهمیت یونجه در کشاورزی ایران و موقعیت خشک غالب قطب‌های کشاورزی لازم است که گونه‌های و توده‌های یونجه در شرایط مناسب رطوبتی و همچنین کمبود آب مورد مطالعه قرار گیرند تا بتوان گونه‌هایی که دارای مقاومت به خشکی مناسب و در عین حال قدرت گره‌زایی بیشتر هستند، انتخاب گردند. بدین منظور سه گونه یونجه در مرحله جوانه‌زنی و در شرایط متفاوت رطوبتی مورد آزمایش قرار گرفت تا قدرت جوانه‌زنی و تحمل هر یک در شرایط تنش کمبود آب مورد بررسی قرار گیرد. در آزمایش دیگری نیز این گونه‌های یونجه از نظر رشد گیاهچه‌ای و قدرت گره‌زایی در شرایط مختلف رطوبتی مورد ارزیابی قرار داده شدند.

مواد و روش‌ها

بذور گونه‌های یونجه شامل *Medicago sativae* و *Medicago scutellata* از موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهیه شد. آزمایش‌ها در اتاقک رشد موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع انجام گرفت. دمای اتاقک رشد ۲۵ درجه سانتی گراد، طول دوره روشنایی و تاریکی هر یک ۱۲ ساعت و رطوبت نسبی ۸۰ درصد تنظیم شده بود. آزمایش اول: تعیین اثر تنش کمبود آب بر جوانه‌زنی گونه‌های یونجه در این آزمایش جوانه زنی بذور سه گونه فوق مورد بررسی قرار گرفت. برای اعمال خشکی از محلول پلی اتیلن گلیکول برای تهیه محلول‌هایی با پتانسیل‌های ۰، -۰/۱، -۰/۲، -۰/۳، -۰/۴، -۰/۵، -۰/۶، -۰/۷، -۰/۸، -۰/۹، -۱، -۱/۱، -۱/۲ - مگاپاسکال استفاده گردید. جهت ضدعفونی کردن بذرها ابتدا بذرها در داخل یک صافی با آب مقطر شستشو گردید و سپس به مدت ۱۰ ثانیه در اتانول ۹۵٪ و مجدداً به مدت ۳ دقیقه در محلول کلرید جیوه ۰/۲ درصد ($HgCl_2$) قرار داده شدند و پس از این مرحله بذرها را ۵ تا ۶ مرتبه با آب مقطر استریل شده شستشو داده تا کلرید جیوه کاملاً از بین برود و شسته شود. در هر پتری دیش ۱۰۰ عدد بذر از هر کدام از گونه‌های مورد آزمایش قرار داده شد و ۳ تکرار برای هر تیمار در نظر گرفته شد و سپس به پتری دیش‌ها ۷ میلی لیتر از محلول با پتانسیل اسمزی مورد نظر اضافه شده و پس از آن به ژرمیناتور منتقل شدند و در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی گراد و شرایط ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه زده، در هر روز و به مدت ۷ روز انجام گرفت و پس از شمارش ن‌هایی تعداد بذرها جوانه زده در روز هفتم، از هر پتری دیش ۴ نمونه به طور تصادفی انتخاب و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با کولیس اندازه‌گیری شد.

آزمایش دوم: بررسی اثر تنش خشکی بر رشد و گره‌زایی ریشه

جدول ۱- مواد مورد نیاز برای ساخت محلول آبیاری هوگلند به میزان ۲۰۰ لیتر

ردیف	نام ماده	مقدار بر حسب گرم
۱	Mgso _۴ .۷H _۲ O	۴۹/۲۷۵
۲	KH _۲ PO _۴	۳/۴
۳	Trace element	۱۰.۰ ^{m il}
۴	Fe - EDTA	۴۰.۰ ^{m il}
۵	K _۲ SO _۴	۴۳/۵۵
۶	CaSO _۴ . ۲H _۲ O	۵۰

یونجه

گلدان‌هایی به ابعاد ۹×۸×۱۰ سانتی متر انتخاب گردید و ابتدا با آب معمولی شستشو داده و پس از خشک کردن بوسیله اتانول ۹۵٪ ضد عفونی و ته گلدان‌ها نیز توری گذاشته شد. گلدان‌ها با کوارتز ۲×۲ میلی‌متری پر شدند. لازم به ذکر است که توری و کوارتز قبلاً بوسیله آن در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت یک ساعت ضد عفونی شده بودند. با قرار دادن الگوی کاشت روی گلدان و در عمق ۲ سانتی‌متری، در هر گلدان ۳۴ بذر کاشته شد. تیمارهای خشکی عبارت بودند از ۲۵٪، ۵۰٪ و ۷۵٪ ظرفیت زراعی. برای اعمال این تیمارها ابتدا بعد از کاشت، گلدان‌ها وزن شدند و سپس آبیاری گردیدند و بعد از گذشت ۳ ساعت (جهت خارج شدن آب زهکش) گلدان‌ها مجدداً توزین شدند که اختلاف حاصل از وزن اولیه و ثانویه همان مقدار آب در حد ظرفیت زراعی بود. گلدان‌ها هر روز توزین شده و زمانیکه رطوبت به ۷۵٪ و ۵۰٪ و ۲۵٪ ظرفیت زراعی (تیمارهای مورد نظر) رسیدند دوباره به ظرفیت زراعی رسانده شدند. گلدان‌ها به طور یکنواخت، تا سبز شدن بذور آبیاری شدند که این عمل ۷ روز به طول انجامید. سپس گلدان‌ها تنک شده و در هر کدام ۲۵ بوته نگه داشته شد و عمل تلقیح ریزوبیوم‌ها انجام و به گلدان‌ها محلول هوگلند که طبق جدول شماره ۱ تهیه شده بود، اضافه شد و پس از آن تیمارهای خشکی اعمال گردید. سی روز بعد از عمل تلقیح، گیاهان از گلدان خارج شده و وزن خشک اندام هوایی و ریشه چه و همچنین طول ریشه چه و ساقه چه و تعداد گره ایجاد شده روی ریشه چه اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس داده‌ها برای کلیه صفات مورد بررسی انجام گردید. آنالیز داده‌ها و رسم نمودارها به ترتیب به کمک نرم افزارهای MSTATC و Excel و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج

تاثیر PEG (پلی اتیلن گلیکول) بر جوانه زنی گونه‌های یونجه

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که پتانسیل‌های مختلف پلی اتیلن گلیکول اثر بسیار معنی‌داری بر روی درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و هیپوکوتیل دارد و اثر گونه نیز روی کلیه صفات مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل بین PEG و گونه‌های یونجه هم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۲).

میانگین کلیه صفات مورد مطالعه برای سه گونه یونجه اندازه‌گیری گردید. میانگین‌ها نشان دادند که بیشترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول هیپوکوتیل مربوط به گونه *Medicago sativa* می‌باشد که برتری خود را نسبت به دیگر گونه‌های یونجه نشان داد (جدول ۳).

مقایسه میانگین‌ها برای کلیه صفات، بین گونه‌های مختلف یونجه

در مورد کلیه آزمایشات انجام شده، از کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی استفاده شد که در آزمایش اول، ۱۳ تیمار مختلف پتانسیل اسمزی و در آزمایش دوم ۳ تیمار تنش خشکی، به عنوان فاکتور اصلی و ۳ گونه یونجه به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد و هر گلدان و یا هر پتری دیش، یک کرت را تشکیل می‌داد. لازم به ذکر است که در آزمایش اول در تیمارهای ۱-، ۱/۱-، ۱/۲- مگاپاسکال درصد جوانه‌زنی تمام گونه‌ها صفر گردید لذا از آوردن آنها در محاسبات صرف نظر گردید. پس از برداشت نمونه‌ها و اندازه‌گیری‌های مربوطه و همچنین انجام آزمون نرمال بودن اشتباهات آزمایشی داده‌ها و آزمون چولگی (Skewness test)،

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در آزمایش تاثیر PEG بر جوانه زنی گونه‌های یونجه.

میانگین مربعات MS					
منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی d.f	درصد جوانه زنی	طول ریشه‌چه	طول هیپوکوتیل	سرعت جوانه‌زنی
پلی اتیلن گلیکول	۹	۵۶۱۳/۷۶۴**	۲۵۳۰/۷۳۶**	۶۷۹/۴۶۳**	۵۶۹/۶۷۹**
اشتباه ۱ (Ea)	۲۰	۴۱/۰۵۶	۸/۲۳۳	۹/۱۸۳	۱/۶۵۰
گونه (یونجه)	۲	۲۴۱۴/۲۱۱**	۱۷۲۸/۷۴۴**	۵۳۷/۴۷۸**	۱۹۸۴/۱۹۰**
پلی اتیلن گلیکول × گونه	۱۸	۶۱۱/۲۶۰**	۵۶۶/۱۷۷**	۱۸۴/۳۹۱**	۵۲/۷۴۶**
اشتباه ۲ (Eb)	۴۰	۳۱/۷۸۹	۷/۸۱۷	۷/۱۵۸	۲/۹۴۱
ضریب تغییرات (%CV)	-	۱۴/۱۴	۱۲/۵۱	۲۲/۹۱	۱۵/۵۱

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد (جدول ۷).

ب- بررسی اثر خشکی بر رشد و گره‌زایی ریشه گونه‌های یونجه

پس از انجام آزمون نرمال بودن اشتباهات آزمایشی داده‌ها و آزمون چولگی (Skewness test) تجزیه واریانس داده‌ها برای کلیه صفات به روش کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام گرفت. اثر آبیاری بر تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه و ساقه و همچنین طول هیپوکوتیل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید. آبیاری اثر معنی‌داری بر صفت طول ریشه چه نشان نداد. همچنین بین ارقام یونجه از نظر صفات وزن خشک ریشه و ساقه و طول هیپوکوتیل و ریشه چه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ مشاهده شد ولی برای صفت طول ریشه چه بین ارقام هیچ تفاوت معنی‌داری ملاحظه نشد. اثر متقابل بین رقم و آبیاری بر صفت وزن خشک ساقه بسیار معنی‌دار و برای بقیه صفات غیر معنی‌دار بود. (جدول ۸).

مقایسه میانگین‌های گونه‌های مختلف یونجه از نظر صفات وزن خشک ریشه، ساقه و طول هیپوکوتیل و ریشه چه با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد که گونه *Medicago scutellata* بیشترین میانگین از نظر صفات وزن خشک ریشه، ساقه و طول هیپوکوتیل و ریشه چه را دارا می‌باشد. همچنین از نظر تعداد گره ریشه، وزن خشک ساقه گونه‌ها به دو گروه مجزا و از نظر وزن خشک ریشه و طول هیپوکوتیل گونه‌ها به ۳ گروه مجزا و برای طول ریشه چه گونه‌ها در یک

انجام گردید. از نظر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه و هیپوکوتیل گونه‌ها به سه گروه مجزا تقسیم شدند که گونه *Medicago sativa* بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه و هیپوکوتیل را داشته و کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی مربوط به گونه *Medicago scutallata* و کمترین طول ریشه چه و هیپوکوتیل نیز مربوط به گونه *Medicago littoralis* بوده است (جدول ۴).

مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۱ درصد برای پتانسیل‌های مختلف پلی اتیلن گلیکول در کلیه صفات مورد مطالعه محاسبه گردید و نتایج زیر حاصل گردید. از نظر صفت درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی، تیمارهای پتانسیل پلی اتیلن گلیکول به ۷ گروه تقسیم‌بندی شدند که تیمار شاهد بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و تیمار $PEG = -0/9$ کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را به خود اختصاص دادند از نظر صفت طول ریشه چه تیمارهای PEG به ۵ گروه مجزا تقسیم شدند که بیشترین و کمترین طول ریشه چه به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار $PEG = -0/9$ می‌باشد. همچنین از نظر صفت طول هیپوکوتیل تیمارهای PEG به ۴ گروه دسته‌بندی شدند که بیشترین و کمترین طول هیپوکوتیل به ترتیب مربوط به تیمار شاهد و تیمار $PEG = -0/9$ می‌باشد (جدول ۵).

برای بررسی رابطه بین صفات مورد اندازه‌گیری در آزمایش، ماتریس ضرائب همبستگی ساده بین صفات محاسبه گردید. ماتریس ضرائب همبستگی ساده نشان داد که بین صفات درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه زنی و همچنین بین صفات طول ریشه چه و طول هیپوکوتیل همبستگی

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه در آزمایش تاثیر PEG بر جوانه زنی گونه‌های یونجه.

صفات ----- گونه	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه چه (mm)	طول هیپوکوتیل (mm)
M.littoralis	۲۶/۴۶۷	۷/۵۶۰	۱۴/۰۳۳	۶/۹۳۳
M.scutellata	۲۰/۷۰۰	۵/۲۶۳	۲۴/۱۳۳	۱۳/۰۳۳
M.satva	۷۲/۴۶۷	۲۰/۳۵۷	۲۸/۹۰۰	۱۵/۰۶۷

جدول ۴- مقایسه میانگین کلیه صفات مورد مطالعه بین گونه‌های مختلف یونجه در آزمایش تاثیر PEG بر جوانه‌زنی گونه‌های یونجه

صفات ----- گونه	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول هیپوکوتیل (mm)	طول ریشه چه (mm)
M.littoralis	۲۶/۴۷ ^B	۷/۵۶۰ ^B	۶/۹۳۳ ^C	۱۴/۰۳ ^C
M.scutellata	۲۰/۷۰ ^C	۵/۲۶۳ ^C	۱۳/۰۳ ^B	۲۴/۱۳
M.satva	۷۲/۴۷ ^A	۲۰/۳۶ ^A	۱۵/۰۷ ^A	۲۸/۹۰ ^A

- حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۱٪ در آزمون دانکن می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین کلیه صفات مورد مطالعه بین پتانسیل‌های مختلف پلی اتیلن گلیکول

طول ریشه چه (mm)	طول هیپوکوتیل (mm)	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی	صفات ----- پتانسیل PEG
۴۵/۲۲ ^A	۲۳/۷۸ ^A	۲۷/۳۲ ^A	۸۴/۴۴ ^A	شاهد (آب مقطر)
۴۲/۲۲ ^B	۲۱/۶۷ ^A	۲۰/۲۰ ^B	۶۹/۵۶ ^B	۰/۱- (مگاپاسکال)
۴۳/۱۱ ^{A B}	۲۲/۵۰ ^A	۱۴/۱۳ ^C	۵۷/۰۰ ^C	۰/۲-
۳۴/۷۸ ^C	۱۷/۶۷ ^B	۱۲/۴۹ ^D	۴۸/۸۹ ^D	۰/۳-
۱۴/۶۷ ^D	۸/۳۳ ^C	۱۰/۳۱ ^E	۳۶/۸۹ ^E	۰/۴-
۱۴/۱۱ ^D	۸/۰۵۶ ^C	۹/۰۵۶ ^E	۳۳/۴۴ ^E	۰/۵-
AE	۴/۵۵۶ ^D	۷/۲۰ ^F	۲۵/۳۳ ^E	۰/۶-
AE	۳/۵۵۶ ^D	۵/۷۱ ^F	۴/۵۶ ^F	۰/۷-
۶/۷۷ ^E	۳/۴۴ ^D	۲/۸۴ ^G	۱۱/۵۶ ^G	۰/۸-
۶/۶۶ ^E	۳/۲۲ ^D	۱/۳۳ ^G	۷/۱۱ ^G	۰/۹-

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت آماری معنی‌داری را در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ نشان نمی‌دهند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل بین گونه × PEG برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد

طول ریشه چه (mm)	طول هیپوکوتیل (mm)	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی	صفات ----- گونه × PEG
۳۲/۳۳ ^{E F}	۱۵/۳۳ ^{E F G}	۲۲/۳۷ ^{C D}	۷۶ ^{C D E}	گونه ۱ × شاهد
۶۵/۶۷ ^A	۳۷ ^A	۲۸/۲ ^B	۸۱/۳۳ ^{B C D}	گونه ۲ × شاهد
۳۷/۶۷ ^D	۱۹ ^E	۳۱/۴ ^A	۹۶ ^A	گونه ۳ × شاهد
۲۷/۳۳ ^{G H}	۱۲/۳۳ ^{F G H I}	۱۶ ^E	۵۱/۳۳ ^F	گونه ۱ × ۱
۶۲/۶۷ ^A	۳۵/۳۳ ^{A B}	۱۶/۴ ^E	۶۶/۶۷ ^E	گونه ۲ × ۱
۳۶/۶۷ ^{D E}	۱۷/۳۳ ^{A B}	۲۸/۲ ^B	۹۰/۶۷ ^{A B}	گونه ۳ × ۱
۲۴ ^{H I J K}	۱۱/۵۰ ^{G H I}	۱۲/۶ ^F	۴۸ ^F	گونه ۱ × ۲
۵۸ ^B	۳۱ ^{B C}	۴/۶۳ ^H	۳۵ ^G	گونه ۲ × ۲
۴۷/۳۳ ^C	۲۵ ^D	۲۵/۱۷ ^C	۸۸ ^{A B}	گونه ۳ × ۲
۱۹/۶۷ ^{K L}	۱۱ ^{G H I}	۱۱/۲ ^{F G}	۳۷/۳۳ ^G	گونه ۱ × ۳
۵۵ ^B	۲۷ ^{C D}	۳/۴ ^H	۲۴ ^H	گونه ۲ × ۳
۲۹/۶۷ ^{F G}	۱۵ ^{E F G H}	۲۲/۸۷ ^{C D}	۸۵/۳۳ ^{B C}	گونه ۳ × ۳
۵۵ ^B	۱۰ ^{H I}	۸/۴۶ ^G	۲۹/۳۳ ^{G H}	گونه ۱ × ۴
۲۹/۶۷ ^{F G}	.J	.۰.۰.۰ ^I	.I	گونه ۲ × ۴
۱۹ ^{K L}	۱۵ ^{E F G H}	۲۲/۴۷ ^{C D}	۸۱/۳۳ ^{B C D}	گونه ۳ × ۴
.۰.۰.M	۹/۱۶۷ ^I	۴/۹۶۷ ^H	۲۲/۶۷ ^H	گونه ۱ × ۵
۲۵ ^{G H I}	.۰.۰.J	.۰.۰.۰.۰ ^I	.I	گونه ۲ × ۵
۱۸ ^L	۱۵/۰.E F G H	۲۲/۲ ^{C D}	۷۷/۶۷ ^{C D}	گونه ۳ × ۵
.۰.۰.M	.۰.۰.J	.۰.۰.I	.۰.۰.۰ ^I	گونه ۱ × ۶
.۰.۰.M	.۰.۰.J	.۰.۰.I	.۰.۰.۰ ^I	گونه ۲ × ۶
۲۴ ^{H I J K}	۱۳/۶۷ ^{F G H I}	۲۱/۶.۰ ^D	۷۶ ^{C D E}	گونه ۳ × ۶
.۰.۰.M	.۰.۰.J	.۰.۰.۰ ^I	.۰.۰.۰.۰ ^I	گونه ۱ × ۷
.۰.۰.M	.۰.۰.J	.۰.۰.۰ ^I	.۰.۰.۰.۰ ^I	گونه ۲ × ۷
۲۴ ^{H I J K}	۱۰/۶۷ ^{G H I}	۱۷/۱۳ ^E	۷۳/۶۷ ^{D E}	گونه ۳ × ۷
.۰.۰.M	.۰.۰.J	.۰.۰.۰ ^I	.۰.۰.۰.۰ ^I	گونه ۱ × ۸
.۰.۰.M	.۰.۰.J	.۰.۰.۰ ^I	.۰.۰.۰.۰ ^I	گونه ۲ × ۸
۲۰/۳۳ ^{I J K L}	۱۰/۳۳ ^{G H I}	۸/۵۳۳ ^G	۳۴/۶۷ ^G	گونه ۳ × ۸
۲۰ ^{J K L}	۹/۶۶ ^{H I}	۴ ^H	۲۱/۳۳ ^H	گونه ۳ × ۹

گونه ۱ = *Medicago littoralis* گونه ۲ = *Medicago scutellata* گونه ۳ = *Medicago sativa*

در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت آماری معنی‌داری را در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ نشان نمی‌دهند.

جدول ۷- ماتریس ضرایب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه

صفات	درصد جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه	طول هیپوکوتیل
درصد جوانه زنی	۱	۰/۹۷۶۸ ^o	۰/۷۰۷۳ ^{ns}	۰/۶۸۸۴ ^{ns}
سرعت جوانه زنی		۱	۰/۶۵۴۷ ^{ns}	۰/۶۳۰۷ ^{ns}
طول ریشه چه			۱	۰/۹۷۴۸ ^o
طول هیپوکوتیل				۱

ns و * : بترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

جدول ۸- تجزیه واریانس کلیه صفات مورد مطالعه در آزمایش بررسی اثر خشکی بر رشد و گره زایی ریشه یونجه.

میانگین مربعات صفات مورد مطالعه					درجه آزادی d.f.	منابع تغییر S.O.V.
طول ریشه چه	طول هیپوکوتیل	وزن خشک ساقه	وزن خشک ریشه	تعداد گره بر روی ریشه		
۱۱۱۵/۵۹۳ ^s	۱۲۱۰/۰۳۷ ^{oo}	۱۲۰۲/۱۱۱ ^{oo}	۱۲۵/۱۴۸ ^{oo}	۱۱۱/۲۵۹ ^{oo}	۲	آبیاری
۲۳۳/۰۷۴	۱۴۸/۵	۱۸۵/۲۶	۹/۳۳۳	۱/۱۸۵	۶	اشتباه (۱) (Ea)
۸۴/۲۵۹ ^{ns}	۵۹۳/۶۸۰۹ ^{oo}	۳۳۳/۱۰۸۶۲ ^{oo}	۱۸۸۶/۲۵۹ ^{oo}	۱۰۸/۲۵۹ ^{oo}	۲	گونه (یونجه)
۶۲/۱۴۸ ^{ns}	۸۱/۷۵۹ ^{ns}	۶۱۱/۳۴۲ ^{oo}	۱۳/۲۰۴ ^{ns}	۴/۶۴۸ ^{ns}	۴	آبیاری × گونه
۱۰۷/۹۰۷	۷۱/۸۱۵	۴۳/۸۵۲	۱۲/۳۸۹	۶/۱۸۵	۱۲	اشتباه ۲ (Eb)
۱۲/۰۴	۱۰/۲۱	۶/۶۴	۲۰/۲۶	۳۰/۹۴	-	ضریب تغییرات (CV.%)

ns و * : به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

درصد وجود دارد و برای بقیه صفات همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (۱۱).

بحث

نتایج آزمایش اول نشان داد که گونه *Medicago sativa* بیشترین سرعت و درصد جوانه زنی، طول ریشه چه و طول هیپوکوتیل را دارا می‌باشد. سرعت طویل شدن ریشه چه و هیپوکوتیل بذور از اهمیت خاصی برخوردار است، زیرا سرعت طویل شدن هیپوکوتیل دوره هتروتروفی بودن را تعیین کرده و رشد سریع ریشه نیز برای استقرار گیاه بخصوص در شرایطی که دوره جوانه زنی کم باشد بسیار مهم است (۱۶). در نتیجه بذوری که بتوانند در شرایط خشک از درصد جوانه زنی و همچنین سرعت رشد ریشه چه و ساقه چه خوبی برخوردار باشند

گروه قرار گرفتند. همچنین گونه *Medicago sativa* از نظر تعداد گره ریشه در بین گونه‌ها، بیشترین میانگین را داشت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن برتری رقم *Medicago scutellata* را نسبت به ارقام دیگر نشان داد (جدول ۹).

مقایسه میانگین در سطح احتمال ۱ درصد بین تعداد گره، وزن خشک ریشه و ساقه، طول ریشه چه و هیپوکوتیل در سه ظرفیت آبیاری نشان داد که در تمام موارد فوق بیشترین آنها مربوط به تیمار d_۱ و کمترین آنها مربوط به تیمار d_{۱۰} می‌باشد (جدول ۱۰).

برای تعیین رابطه بین صفات مورد مطالعه، ماتریس ضرایب همبستگی محاسبه گردید. این ماتریس نشان داد که بین صفات وزن خشک ریشه و ساقه همبستگی بسیار معنی‌داری در سطح احتمال ۱

تنش آب متابولیسم پروتئین و اسیدهای ریبونوکلیئیک را تحت تاثیر قرار داده و از این طریق رشد گیاهچه‌ها کاهش می‌یابد (۳۲). Younis و همکاران نیز در بررسی اثر خشکی ناشی از مانیتول بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ۷ گونه یونجه مشاهده نمود که درصد و سرعت جوانه زنی با افزایش تنش رطوبتی کاهش می‌یابد و همچنین رشد گیاهچه‌ها نیز کاهش یافت. همچنین صدر آبادی در بررسی اثر تنش کمبود آب ناشی

می‌توانند استقرار بیشتر و در نتیجه عملکرد بالاتر را باعث شوند. با کاهش پتانسیل آب، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه زنی و همچنین طول ریشه چه و هیپوکوتیل نیز کاهش می‌یابد (جدول ۵). کاهش درصد جوانه زنی و رشد گیاهچه‌ها در شرایط تنش آب می‌تواند ناشی از اثرات مستقیم تجزیه کندتر مواد آندوسپرم لپه‌ها با انتقال کندتر م واد تجزیه شده به گیاهچه باشد در ذرت نیز دیده شده است که

جدول ۹- مقایسه میانگین کلیه صفات مورد مطالعه بین گونه‌های یونجه در سطح احتمال ۱ درصد

صفات ----- گونه	تعداد گره ریشه	وزن خشک ریشه (mg)	وزن خشک ساقه (mg)	طول هیپوکوتیل (mm)	طول ریشه‌چه (mm)
M.littoralis	۶/۵۵۶ ^B	۶/۸۸۹ ^C	۳۳/۵۶ ^B	۵۵/۱۱ ^C	۸۵/۱۱ ^A
M.scutellata	۵/۵۵۶ ^B	۳۳/۸۹۰ ^A	۲۲۶/۶۰ ^A	۱۱۰/۱۰ ^A	۸۹/۴۴ ^A
M.sativa	۱۲/۰۰ ^A	۱۱/۳۳ ^B	۳۹/۲۲ ^B	۸۳/۶۷ ^B	۸۲/۳۳ ^A

- در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت آماری معنی‌داری را در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ نشان نمی‌دهند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده بین سه ظرفیت آبیاری در آزمایش بررسی اثر خشکی بر رشد و گره زایی یونجه

صفت آبیاری	تعداد گره ریشه	وزن خشک ریشه (mg)	وزن خشک ساقه (mg)	طول هیپوکوتیل (mm)	طول ریشه چه (mm)
d ₁	۱۱/۸۸ ^A	۲۱/۲۲ ^A	۱۱۱/۴۰ ^A	۹۲/۰۰ ^A	۹۷/۰۰ ^A
d ₂	۷/۲۳ ^B	۱۷/۱۰ ^{A B}	۹۹/۵۴ ^B	۸۷/۰۰ ^B	۸۷/۱۱ ^A
d ₃	۴/۹۰ ^C	۱۳/۷۷ ^B	۸۸/۳۲ ^C	۶۹/۸۰ ^C	۷۴/۷۷ ^A

d₃ = /۲۵ d₂ = /۵۰ d₁ = /۷۵

** در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت آماری معنی‌داری را در آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ نشان نمی‌دهند

جدول ۱۱- ماتریس ضرائب همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه در آزمایش اثر خشکی بر رشد و گره‌زایی یونجه.

صفات	تعداد گره بر روی ریشه	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	طول هیپوکوتیل	طول ریشه چه
تعداد گره بر روی ریشه	۱	-۰/۱۵۰۴ ^{n s}	-۰/۳۲۰۲ ^{n s}	۰/۱۵۳۱ ^{n s}	۰/۳۱۸۷ ^{n s}
وزن خشک ریشه		۱	۰/۹۶۰۹ ^{oo}	۰/۸۴۸۴ ^{n s}	۰/۳۳۶۱ ^{n s}
وزن خشک ساقه			۱	۰/۷۹۴۴ ^{n s}	۰/۲۲۸۶ ^{n s}
طول هیپوکوتیل				۱	۰/۴۰۵۰ ^{n s}
طول ریشه چه					۱

n_s و **؛ بترتیب غیر معنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

منابع مورد استفاده

- ۱ - پهلوان پور فرد جهرمی، ع. ۱۳۷۶؛ اثرات فیزیولوژیکی شرایط کم آبی (تنش خشکی) بر یونجه‌های یکساله، پایان نامه فوق لیسانس. دانشکده علوم دانشگاه شیراز.
- ۲ - حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۶۷؛ تاثیر یونجه‌های یکساله در افزایش عملکرد گندم در منطقه طالقان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران.
- ۳ - حیدری شریف آباد، ح. و ا. ترک نژاد. ۱۳۷۹؛ یونجه‌های یکساله (کلیات). انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۱۶۷ صفحه.
- ۴ - خلیلی، ق. ۱۳۷۰؛ اثر مقادیر مختلف میزان بذر و کود ازته بر عملکرد و برخی خصوصیات کمی و کیفی یونجه یکساله کولتیوار Snai. پایان نامه فوق لیسانس. دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس.
- ۵ - رحمانی، ا. ۱۳۷۹؛ فن‌آوری تثبیت همزیست نیتروژن (راهکارها و کاربردها). انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع. ۱۲۹ صفحه.
- ۶ - سمیعی، م. ۱۳۵۴؛ تناوب کاشت نباتات علوفه‌ای و غلات دیم در استرالیا. انتشارات سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال. ۴۶ صفحه.
- ۷ - صدرآبادی، ر. ۱۳۶۸؛ اثر تنش کمبود آب بر رشد و تثبیت ازت در تعدادی گونه‌های و توده‌های یونجه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۸ - گالشی علی آبادی، س. ا. ۱۳۶۷؛ بررسی کارآئی تثبیت ازت باکتری ریزوبیوم ملیوتی در شرایط شور. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- 9-Allen,S.G.,A.K.Dobrenz., M.H. Schon Horst and J.E.Stoner.1985; Heretability of NaCl tolerance in germination of alfalfa seed.Agron.J.77:99-101.
- 10-Antolin,M.C.and D.M.Sanches.1993; Effects of temporary drought on photosynthesis of alfalfa plants.Journal of Experimental Botany.44:265,1341-1349.
- 11-Bassiri,M.1979; Drought tolerance of seedling of crested wheat grass,Russian wildrye,alfalfa,and cicer Milkvetch.PH.D Theses.Colorado State University.Fortcollins,Colorado.
- 12-Brown,P.W.,and C.B.Tanner.1983; Alfalfa stem and leaf growth during water stress. Agron.J.75:799-805
- 13- Buttery B. R., C. S. Tan, R. L. Buzzell, J. D. Gaynor tand D. C. Mactavish. 1993; Stomatal numbers of soybean and response to water stress. Plant and Soil. 149:283-288.
- 14-Christian,K.R.1977; Effects of environment on the growth of alfalfa.Adv.Agron.29:183-219.
- 15-Cock,P.S.1992;Plant attributes leading to persistence in grazed annual medics(Medicago spp) growing in rotation with wheat.Aust.j.Agric.Res.43(7):1559-1570.
- 16-Cowett,E.R.,and M.A.Sprague.1962; Factors affecting tillering in alfalfa.Agron.J.54:294-297.
- 17-Dejong ,T.M.,and D.A.Phillips.1982; Water stress effects on nitrogen assimilation and growth of Trifolium

از پلی اتیلن گلیکول (PEG) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ۷ گونه یونجه مشاهده نمود که افزایش پتانسیل آب باعث کاهش صفات درصد جوانه‌زنی و طول ریشه چه و هیپوکوتیل گردید. اثر آبیاری بر تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه، ساقه و طول هیپوکوتیل گونه‌های یونجه بسیار معنی‌دار گردید ولی اثر آبیاری بر صفت طول ریشه چه گونه‌های یونجه معنی‌دار نشد (جدول ۸). با افزایش شدت خشکی کاهش طول و وزن خشک اندام‌های هوایی در مقایسه با ریشه بسیار شدید تر بود که این اختلاف احتمالاً به علت بیشتر بودن کربوهیدرات در ریشه‌ها نسبت به قسمت‌های هوایی می‌باشد. صدر آبادی و پهلوان پور فرد جهرمی و Younis و همکاران نیز در بررسی گونه‌های مختلف یونجه مشاهده نمودند که با کاهش پتانسیل آب طول ساقه چه و وزن خشک آن کاهش می‌یابد. اما مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح احتمال ۱ درصد برای گونه‌های مختلف یونجه نشان می‌دهد که گونه *Medicago scutellata* در بین گونه‌های از نظر صفات وزن خشک ریشه، ساقه و طول هیپوکوتیل و ریشه‌چه بیشترین میانگین را از خود نشان داد. از نظر تعداد گره ریشه، وزن خشک ساقه گونه‌های به دو گروه مجزا تقسیم می‌شوند که گونه *Medicago sativa* بیشترین تعداد گره را داشت و از نظر وزن خشک ریشه و طول هیپوکوتیل گونه‌ها را به سه گروه مجزا و برای طول ریشه چه گونه‌ها در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۹). نتایج فوق نشان می‌دهد که در بین گونه‌های یونجه گونه *Medicago sativa* بیشترین مقاومت به خشکی را داشته و در این شرایط عملکرد بالاتری نسبت به گونه‌های دیگر یونجه دارد. ولی در شرایط مطلوب رطوبتی گونه *Medicago scutellata* عملکرد بیشتری نسبت به گونه‌های دیگر دارد. تنش خشکی باعث کاهش تعداد غدد روی ریشه گونه‌های یونجه گردید (جدول ۱۰). علت کاهش تعداد غدد و یا عدم تشکیل آن را می‌توان ناشی از کم شدن رشد برگ و در نتیجه کاهش فتوسنتز دانست. تنش خشکی باعث کاهش فتوسنتز و در نتیجه ATP که برای تثبیت نیتروژن ضروری است می‌گردد (۱۷). همچنین نسبت کربن به نیتروژن عامل تعیین کننده‌ای در تشکیل غده تثبیت ازت می‌باشد (۷). و نیز عدم تکثیر باکتری ریزوبیوم در شرایط تنش کمبود آب (۳۰) و تاثیر خشکی بر نفوذ ریزوبیوم بدرون تارهای کشنده (۱۸) از دیگر دلایل برای عدم تشکیل غده در شرایط تنش کمبود آب می‌تواند باشد. صدر آبادی در بررسی گونه‌های یونجه نتیجه گرفت که تنش خشکی باعث کاهش تعداد غدد بر روی ریشه یونجه می‌گردد (۱۷). Buttery و همکاران در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که در اثر تنش خشکی تعداد روزه‌ها کاهش یافته و این موضوع نیز بر میزان سنتز ماده خشک در اندام‌های هوایی تاثیر می‌گذارد. Antolin و Sanches نیز نشان دادند که تنش خشکی باعث افزایش نسبت ریشه به اندام‌های هوایی در یونجه‌های چند ساله می‌گردد (۱۰). این موضوع در نتیجه افزایش میزان قندها در ریشه و گره‌های ریشه‌ای در تنش متوسط تا شدید خشکی است آنها در آزمایش دیگری نشان دادند که در اثر خشکی موقت (Temporary droughts) میزان فتوسنتز نیز کاهش می‌یابد همچنین آنها نشان دادند که در تنش خشکی مواد حاصل از فتوسنتز کاهش یافته و این امر موجب کاهش تجمع مواد محلول و در نتیجه کاهش فعالیت گره‌های تثبیت کننده نیتروژن در ریشه می‌گردد.

- subterraneum.L.using dinitrogen or amoniumnitrate.Plant.Physiol.69:416-420.
- 18-Gallacher,A.E.,and J.I.Sprent.1978; The effect different water regimes on growth and nodule development of green house-grown *Vicia faba*.J.Exp.Bot.29:413-423.
- 19-Grimes,D.W.,and P.L.Wiley.1992; Alfalfa yield and plant water variable irrigation.Crop Sci.32:6,1381-1387
- 20-Hadas,A.,and D.Russo.1974;Water uptake by seeds as effected by water stress, cappillary conductivity,and seed soil water contact. I.Experimental Study.Agron.J.66:643-647.
- 21-Heichel,G.H.1977;Response of nodulation and growth of *Medicago sativa* to nitrogen and water regime.Plant Physiol.Suppl.59:128.
- 22-Keck,T.J.,Wagenet,J.,Campbell,W.F.,and R.E.Knighton.1984 ;Effects of water and salt stress on growth and acetylen reduction in alfalfa.Soil.Sci.Soc. Am.J.48:1310-1316.
- 23-Kramer,P.J.1983;Water relation of plants.Academic Press.Inc.489pp.
- 24-Lucey,R.F.,and M.B.Tesar.1965;Ferequency and rate of irrigation as factors in factors in forage growth absorption.Agron.J.75:519-523.
- 25-Mckee,G.W.1960; Some effects of liming fertilization and soil moisture on seedling growth and nodulation in birds foot trifoli.Agron.J.52:237-240.
- 26-Munnas,R.and R.Weir.1981; Contribution of sugars to osmotic adjustment in elongation and expanded zones of wheat leaves during moderate water dificits at two light levels.Aust.J.Plant Physiol,8:93-105.
- 27-Perry,J.R.L.J.and K.L.Larson.1974; Influence of drought on tillering and internode number and length in alfalfa.Crop Sci.14: 693-696.
- 28-Saito,S.M.T.,Nazareth,M.,Montanherio,S.,Victoria,R.L.,and K.Reichardt.1984; The effects of N fertilizer and soil moisture on the nodulation and growth of *Phaseolus vulgaris*.J.Agric.Sci .Camb.103:87-93.
- 29-Sprent,J.L.1971a; Effects of water stress on nitrogen fixation in root nodules.Plant physiol.Special volum.225-228.
- 30-Sprent,J.L.1971b; The effects of water stress on nitrogen fixing root nodules and effects that on the physiology of detached Soybean nodules.New Phytol.70:9-17.
- 31-Spring field,H.W.1966; Germination of fourwing salt bush seed at different levels of moisture stress.Agron.J.58:149-150.
- 32-Weisz,P.R.,Denison,R.F.,and T.R.Sinclair.1985; Response to drought stress of nitrogen fixation(acetylen reduction)rates by field grown soybean.Plant Physiol.78:525-530.
- 33-Younis,M.A.,Stickler,F.C.,and E.L.Sorensen.1963; Reactions of Seven alfalfa varieties under simulated mositure stress.Plant Physiol.37:565-571.
- 34-Zablotowicz,R.M.,Focht,D.D.,and G.H. Cannell.1981; Nodulation and N fixation of field grown California cowpea as influenced by well-irrigated and drought conditions.Agron.J.75:9-12.

