نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۱، شماره ۳ ، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۳۸۹-۳۷۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 11, No. 3, Fall. 2013, p. 377-389

# بررسی تاثیر اندازه بذر در شرایط تنش خشکی بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشد گیاهچه عدس (*Lens culinaris* Medik.)

روح اله مرادی[1*]- یاسر علی زاده[2]- احمد نظامی[3]- حمیدرضا عشقی زاده[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۴/۱۹
تاریخ پذیرش:۱۳۹۰/۳/۲۲

## چکیده

استقرار ضعیف گیاهچه به دلیل خشکی و فقدان آب کافی یکی از مهم ترین مشکلات مناطق نیمه خشک از جمله کشور ما می باشد. به همین منظور جهت بررسی تاثیر اندازه بذر عدس بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشد گیاهچه آن تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل اندازه بذر در ۲ سطح (ریز و درشت)، رقم در ۲ سطح ( رباط و گچساران) و سطوح خشکی در ۵ سطح (۰، ۲-، ۶-، ۱۲- و ۱۸- بار) بود. نتایج بدست آمده نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی بجز نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه، تحت تاثیر اندازه بذر، رقم و سطوح خشکی اختلاف معنی داری را نشان دادند. بطوریکه بذور با اندازه ریز دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه‌ی بیشتری نسبت به بذور درشت بودند. ولی نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در بذرهای درشت بیشتر از ریز بود. رقم رباط نیز در همه صفات مورد بررسی برتری معنی داری نسبت به رقم گچساران داشت. همه صفات مورد بررسی با افزایش سطوح تنش خشکی کاهش معنی داری را نشان دادند. همچنین برهمکنش اثرات دوگانه و سه‌گانه بین فاکتورها بر صفات مورد بررسی معنی دار بود. به نظر می رسد که بذور ریز مقاومت بیشتری نسبت به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی از خود نشان می دهند و استفاده از ارقام دارای بذر ریزتر در این شرایط مناسب تر می باشد.

**واژه های کلیدی:** عدس، اندازه بذر، تنش خشکی، جوانه زنی

## مقدمه

حبوبات یکی از مهمترین منابع غذایی سرشار از پروتئین (۱۸ تا ۳۲ درصد) می‌باشد (۳). طبق مطالعات انجام شده ترکیب مناسبی از پروتئین حبوبات با غلات می‌تواند سوء تغذیه و کمبود اسیدهای آمینه را برطرف کند. در کشورهای در حال توسعه تقریبا یک چهارم نیاز پروتئینی توسط حبوبات تامین می شود و عدس با دارا بودن حدود ۲۸ درصد پروتئین نقش مهمی را در تغذیه مردم ایفا می کند (۳). در میان گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک، عدس از جمله گیاهانی است که غالبا در اراضی حاشیه ای و در خاک های نه چندان حاصلخیز کشت می شود. این گیاه همچنین قادر است که از طریق تثبیت نیتروژن موجب بهبود حاصلخیزی خاک شود و در نتیجه میزان استفاده از کود شیمیایی کاهش می یابد (۲۷). عدس با سطح زیر کشت حدود ۲۵۵ هزار هکتار در ایران و با متوسط عملکردی برابر با ۵۱۱ کیلوگرم در هکتار، تولیدی معادل ۱۱۵ هزار تن در سال دارد (۱۲).

یکی از عمده ترین تنگناهای تولید محصولات زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک مشکل کمبود آب و نزولات جوی است (۱۳) که این امر بویژه در مرحله جوانه زنی حایز اهمیت است. جوانه‌زنی یکی از مراحل حساس در چرخه رشدی گیاهان به حساب می آید، زیرا نقش عمده ای را در تعیین تراکم نهایی گیاه از خود به جا می گذارد. در شرایط تنش رطوبتی و شوری، جوانه‌زنی گیاه در تعیین تراکم نهایی از اهمیت زیادی برخوردار است (۲ و ۱۹). استقرار ضعیف گیاهچه به دلیل خشکی، فقدان آب کافی و وجود شوری یکی از مهم ترین مشکلات مناطق نیمه خشک از جمله کشور ما می باشد (۱۴ و ۲۷). اغلب حبوبات و از جمله عدس به کمبود آب خاک بویژه در مرحله استقرار گیاهچه در مزرعه حساس بوده و در بیشتر مواقع کشت آنها بر ذخایر رطوبتی خاک بعد از بارندگی متکی است (۲۸).

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجویان دکتری، استاد و دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: ro.moradi@stu-mail.um.ac.ir

آزمایشات نشان داده که مرحله جوانه‌زنی یکی از مراحل بحرانی رشد در گیاهان زراعی می باشد (۶). بذوری که در شرایط تنش، جوانه‌زنی مناسب تری داشته اند در مراحل بعدی رشد، گیاهچه هایی با بنیه بهتر و سیستم ریشه ای قوی تری ایجاد کرده اند (۲۴). بنابراین جوانه‌زدن و استقرار مناسب گیاهچه اصولا به عنوان یک عامل تعیین کننده در میزان عملکرد به حساب می آید (۶).

اندازه بذر یکی از عوامل مهمی است که بر سبز شدن یکنواخت بوته ها تأثیر می‌گذارد. اندازه بذر به فرآیندهایی که در زمان پر شدن بذر صورت می‌گیرد بستگی دارد (۲۳). اندازه بذر و شرایط محیط می‌توانند روی تندش و رشد سریع گیاهچه اثر متقابل داشته باشند (۲۱). مترینلی و همکاران (۲۰) در ذرت و هوی و گمبل (۱۶) و سونگ (۲۹) با بررسی روی سویا نشان دادند که اندازه بذر و جوانه‌زنی و قدرت بذر رابطه ی مستقیم داشت. بذور ریز سویا با تأخیر در جوانه زنی مواجه بودند. هارلینگز و همکاران (۱۵) نشان دادند که لاین‌هایی از سویا که بذور کوچکتر داشتند در مقابل تغییرات آب وهوایی مزرعه مقاومت بیشتری نسبت به بذور بزرگتر داشتند بارک و گرادنر (۷) دریافتند که در بذرهای کوچک نخود و سویا کارایی تبدیل ذخیره بذر بیش‌تر از بذور بزرگ بود. کولاکانوار و همکاران (۱۷) گزارش نمودند که بین اندازه بذر با جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه ها ارتباط مستقیمی وجود دارد. در مقابل، لافوند و بیکر (۱۸) معتقدند که بذور کوچک تر نسبت به بذور بزرگ تر نه تنها سریع تر جوانه می زنند بلکه ظهور گیاهچه های آنها نیز سریع تر اتفاق می افتد. از طرفی، برخی دیگر از محققان (۲۵) بر این باورند که اندازه بذر تأثیر معنی داری بر سرعت جوانه‌زنی و سبز شدن ندارد. مطالعات پیرامون ارتباط اندازه بذر با عملکرد نیز نتایج متفاوتی را نشان داده است. برخی از پژوهشگران (۲۲) معتقدند که بذور بزرگ تر سبب محدودیت در مراحل رشد اولیه شده و موجب افزایش عملکرد نیز نخواهند شد. برعکس، گروهی دیگر از آنان (۲۶) معتقدند که استفاده از بذور بزرگ تر، سبب افزایش استقرار بوته ها شده و افزایش عملکرد را نیز در مقایسه با بذور کوچک تر در پی خواهد داشت.

یک روش به گزینی تحمل به خشکی در مرحله جوانه‌زنی، بررسی واکنش بذر در شرایط تنش مصنوعی، به عنوان مثال در محیط های دارای محلول پلی اتیلن گلایکول (PEG) می باشد. مطالعات نشان داده است که درصد جوانه‌زنی بذرها در محلول PEG 6000 با درصد جوانه‌زنی در خاک با همان پتانسیل آب حدودا برابر بوده است (۱۱).

هدف از اجرای این آزمایش بررسی تاثیر اندازه بذر عدس بر میزان مقاومت این گیاه به تنش خشکی است. در این آزمایش هدف بررسی میزان شوری بذور عدس به تنش خشکی و مقایسه بذور ریز و درشت در مقاوت به خشکی است.

## مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر اندازه بذر عدس بر مقاومت به تنش خشکی آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه تحقیقات عالی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل اندازه بذر در ۲ سطح (ریز و درشت)، رقم در ۲ سطح ( رباط و گچساران) و سطوح خشکی در ۵ سطح (۰، ۲-، ۶-، ۱۲- و ۱۸- بار (بترتیب حدودا معادل۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ گرم PEG 6000) بود.

ژنوتیب های عدس رباط و گچساران انتخاب و بذرهای با وزن هزار دانه پایین ( گچساران ۴۱/۵ و رباط ۳۴/۸ گرم) و بالا ( گچساران ۶۹ و رباط ۵۹ گرم) جداسازی شد. قبل از انجام آزمایش پتری دیش‌ها و بذرهای عدس با هیپو کلریت سدیم ۳٪ ( وایتکس) به مدت ۲ دقیقه ضد عفونی و سپس (بذرها) سه مرتبه با آب مقطر آبشویی گردید (۳). تعداد۳۰ بذر انتخاب و داخل پتری دیش روی کاغذ واتمن قرار داده شد و سپس به هر پتری دیش ۱۰ میلی لیتر از محلول های تهیه شده اضافه شد. پتری ها در داخل ژرمیناتور در دمای ۲۰ درجه و رطوبت نسبی ۴۵ درصد قرار گرفتند. بذرها به طور روزانه بازبینی و تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش شد. درروز دوازدهم بذرها از پتری دیش خارج و صفاتی چون طول ریشه‌چه و ساقه‌چه اندازه گیری شد و به منظور تعیین وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، آنها به مدت ۳ روز در دمای۵۰ درجه درون آون قرار داده شدند. درصد جوانه‌زنی از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

۱۰۰× (تعداد کل بذرها/تعداد بذور جوانه‌زده در روز آخر) = درصد جوانه‌زنی

و به منظور اندازه گیری سرعت جوانه‌زنی از روش ماگویر (۴) و از معادله ۱ استفاده گردید، که در این فرمول $R_S$ سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، $S_i$ تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، $D_i$ تعداد روز تا شمارش n ام بود.

$$R_s = \sum_{i=1}^{n} \frac{S_i}{D_i} \qquad \text{(معادله۱)}$$

برای آنالیز آماری داده ها از نرم افزار MSTATC استفاده گردید. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

## نتایج و بحث

اثرات ساده و برهمکنش کلیه فاکتورها بر روی درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه (R/H[1]) در سطح

1- Radicle / Hypocotyle ratio

احتمال ۱٪ معنی‌دار بود.

### درصد جوانه‌زنی

کلیه فاکتورهای آزمایشی بجز برهمکنش اندازه بذر در رقم و خشکی از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۱). نتایج نشان داد که رقم رباط از درصد جوانه‌زنی بالاتری نسبت به رقم گچساران برخوردار بود (جدول ۲). بسیاری از آزمایشات (۴ و ۵) هم تایید کرده است که رقم های عدس از نظر درصد جوانه‌زنی پاسخ متفاوتی نشان می دهند.

بذور کوچک از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی داری با بذور درشت داشتند (جدول۱) و جوانه زنی آنها حدود ۱۰ درصد بیشتر از بذور درشت بود. الشارکاوی (۱۰) نیز نشان داد که در صورت کمبود آب بذور کوچکتر با جذب آب کمتری قادرند جوانه‌زنی بهتری داشته باشند. نتایج مطالعه کافی و همکاران (۴) نیز این موضوع را تایید می‌کند. نتایج جدول ۶ نشان می دهد که بذر درشت رقم رباط از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی داری با بذر گچساران ریز نداشت و این بخاطر اندازه کوچکتر و وزن هزار دانه کمتر بذر رقم رباط در مقایسه با گچساران می باشد.

غلظت های مختلف PEG یا شدت های مختلف خشکی تاثیر معنی داری بر درصد جوانه‌زنی بذور داشتند (جدول۱). بطوریکه با افزایش شدت خشکی میزان جوانه‌زنی کاهش چشمگیری یافت و در تیمار۱۸- بار به صفر رسید. بطور کلی کاهش درصد جوانه‌زنی رقم‌های عدس در شرایط خشکی بیانگر حساسیت این گیاه به تنش می‌باشد (۱). کاهش جذب آب توسط بذر در اثر تنش خشکی باعث کاهش فرایندهای فیزیولوژیکی و متابولیکی آن گردیده و لذا وفور مواد در دسترس برای ادامه حیات گیاه با مشکل روبرو می شود (۶ و ۹). همچنین در بررسی برهمکنش اثر خشکی و رقم مشاهده شد رقم رباط درصد جوانه‌زنی بیشتری، در تمامی سطوح تنش خشکی نسبت به رقم گچساران داشت (جدول ۵)، که باز هم بخاطر اندازه ریزتر بذر رباط و جذب آب سریعتر می باشد. کافی و همکاران (۴) نیز در بررسی اثر خشکی بر رقم های مختلف عدس نشان دادند که رقم رباط یکی از مقاومترین ارقام عدس به شرایط خشکی می باشد. در تیمار عدم تنش خشکی میزان درصد جوانه زنی در بذور ریز و درشت مشابه هم بود، ولی با افزایش میزان خشکی بذرهای ریز نسبت به بذور درشت از نظر این صفت برتری نشان دادند (جدول۶).

برهمکنش بین اندازه بذر، رقم و سطوح خشکی از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی داری نشان نداد (جدول۱). ولی بطور کلی مشاهده شد که رقم رباط در هر دو اندازه ریز و درشت در سطح خشکی صفر درصد دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی را دارا بود (شکل۱). در تیمار شاهد در هر دو رقم، هر دو اندازه بذر درصد جوانه زنی یکسانی نشان دادند ولی با اعمال تنش خشکی بذرهای ریز بهتر عمل کردند (شکل۱).

### سرعت جوانه‌زنی

بجز برهمکنش بین اندازه بذر و رقم، سایر عوامل و برهمکنش آنها اختلاف معنی داری ($P<$۰/۰۱) را از نظر سرعت جوانه‌زنی نشان دادند (جدول۱). رقم رباط از سرعت جوانه‌زنی بیشتری نسبت به رقم گچساران برخوردار بود (جدول۲). سرعت جوانه‌زنی یکی از مهمترین شاخص های ارزیابی ارقام در تحمل به خشکی می باشد، به گونه ای که ارقام با سرعت جوانه‌زنی بالا در شرایط تنش خشکی امکان سبز شدن سریعتری نسبت به سایر ارقام دارند (۴). کافی و همکاران (۴) نیز نشان دادند که رقم رباط از سرعت جوانه‌زنی بالایی نسبت به دیگر ارقام برخوردار است. بنظر می رسد سرعت جوانه‌زنی بیشتر در برخی رقم ها بخاطر سرعت جذب آب بیشتر در آنها می باشد.

**جدول۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورد بررسی در بذر رقم های عدس**

| منابع تغییر | درجه آزادی | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه زنی | طول ساقه‌چه | طول ریشه‌چه | وزن خشک ریشه‌چه | وزن خشک ساقه‌چه | وزن خشک گیاهچه | R/H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رقم (A) | ۱ | ۷۰۰$^{**}$ | ۱۲۶$^{**}$ | ۲۹۴$^{**}$ | ۹۹۳$^{**}$ | ۵/۹۰$^{**}$ | ۵/۴۱$^{**}$ | ۲۲/۶۰$^{**}$ | ۰/۰۵۳$^{**}$ |
| اندازه بذر (B) | ۱ | ۵۱۰$^{**}$ | ۲۶/۶۱$^{**}$ | ۲۸/۹$^{**}$ | ۳۶/۳$^{**}$ | ۱/۳$^{**}$ | ۰/۸۵$^{**}$ | ۴/۲۲$^{**}$ | ۰/۰۰۲$^{ns}$ |
| شدت خشکی (C) | ۴ | ۲۰۰۷۹$^{**}$ | ۳۵۲$^{**}$ | ۴۸۲۴$^{**}$ | ۱۸۶۸۰$^{**}$ | ۱۳۷$^{**}$ | ۱۸۳$^{**}$ | ۶۸۸$^{**}$ | ۳/۴۵$^{**}$ |
| A×B | ۱ | ۳/۷۵$^{ns}$ | ۲/۶۰$^{ns}$ | ۱۲/۶$^{**}$ | ۱/۰۶$^{**}$ | ۰/۳۳$^{**}$ | ۰/۰۹۸$^{ns}$ | ۰/۷۸۹$^{**}$ | ۰/۰۰۸$^{ns}$ |
| A×C | ۴ | ۱۶۷$^{**}$ | ۲۲/۰۷$^{**}$ | ۳۰/۹$^{**}$ | ۱۰۳$^{**}$ | ۰/۷۲$^{**}$ | ۰/۷۵$^{**}$ | ۲/۹۰$^{**}$ | ۰/۰۲۶$^{**}$ |
| B×C | ۴ | ۸۹$^{*}$ | ۲۰/۲۸$^{**}$ | ۱۸۱$^{**}$ | ۴۷۱$^{**}$ | ۱/۳۴$^{**}$ | ۱/۸۰$^{**}$ | ۶/۱۶$^{**}$ | ۰/۰۱۷$^{ns}$ |
| A×B×C | ۴ | ۷/۹۱$^{ns}$ | ۳/۰۵$^{**}$ | ۴/۷۰$^{**}$ | ۵/۳۰$^{**}$ | ۰/۰۵۴$^{*}$ | ۰/۱۴۰$^{*}$ | ۰/۳۴۳$^{**}$ | ۰/۰۰۸$^{ns}$ |
| خطا | ۴۰ | ۳۵ | ۰/۳۷۹ | ۳/۶۲ | ۴/۱۲ | ۰/۰۲۶ | ۰/۰۴۷ | ۰/۰۳۸ | ۰/۰۰۶ |

** و *- به ترتیب معنی داری در سطح ۱٪ و ۵٪ و ns عدم وجود تفاوت معنی دار را نشان می‌دهد.

R/H نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد.

**جدول۲- تاثیر رقم و اندازه بذر بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر رقم های عدس**

| | | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه زنی (بذردر روز) | طول ساقه‌چه (میلیمتر) | طول ریشه‌چه (میلیمتر) | وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم) | وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم) | وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) | R/H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رقم | رباط | ۶۵/۲$^{a}$ | ۷/۸۰$^{a}$ | ۴۵/۷۶$^{a}$ | ۵۲/۱۵$^{a}$ | ۳/۹۶$^{a}$ | ۳/۹۵$^{a}$ | ۷/۹۲$^{a}$ | ۰/۸۷$^{b}$ |
| | گچساران | ۸۵/۳$^{b}$ | ۴/۸۹$^{b}$ | ۳۷/۳$^{b}$ | ۴۴/۰۱$^{b}$ | ۳/۳۳$^{b}$ | ۳/۳۵$^{b}$ | ۶/۷۰$^{b}$ | ۰/۹۳$^{a}$ |
| اندازه بذر | ریز | ۶۴/۷$^{a}$ | ۷/۰۲$^{a}$ | ۴۲/۸۶$^{a}$ | ۴۸/۸۶$^{a}$ | ۳/۷۹$^{a}$ | ۳/۷۷$^{a}$ | ۷/۵۷$^{a}$ | ۰/۸۹ |
| | درشت | ۵۸/۸$^{b}$ | ۵/۶۹$^{b}$ | ۴۰/۲۱$^{b}$ | ۴۷/۳۰$^{b}$ | ۳/۵۰$^{b}$ | ۳/۵۳$^{b}$ | ۷/۰۴$^{b}$ | ۰/۹۰ |

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.
R/H نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد.

**جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت غلظت های مختلف خشکی**

| میزان خشکی (بار) | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه زنی (بذردر روز) | طول ساقه‌چه (میلیمتر) | طول ریشه‌چه (میلیمتر) | وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم) | وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم) | وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) | R/H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ (شاهد) | ۹۹/۱$^{a}$ | ۱۳/۶۹$^{a}$ | ۹۸/۴$^{a}$ | ۱۰۲/۲$^{a}$ | ۸/۸۹$^{a}$ | ۱۰$^{a}$ | ۱۸/۹$^{a}$ | ۰/۸۹$^{d}$ |
| -۲ | ۹۶/۶۶$^{b}$ | ۹/۰۳$^{b}$ | ۵۸/۴۴$^{b}$ | ۷۰/۶$^{b}$ | ۴/۷۲$^{b}$ | ۴/۵۰$^{b}$ | ۹/۲۴$^{b}$ | ۱/۰۴$^{c}$ |
| -۶ | ۷۵/۸۳$^{c}$ | ۶/۲۳$^{c}$ | ۳۱/۳۴$^{c}$ | ۳۹/۸$^{c}$ | ۲/۸۰$^{c}$ | ۲/۳۷$^{c}$ | ۵/۱۶$^{c}$ | ۱/۲۰$^{b}$ |
| -۱۲ | ۴۲/۰۸$^{d}$ | ۲/۵۳$^{d}$ | ۱۹/۴۸$^{d}$ | ۲۷/۷d | ۱/۸۴$^{d}$ | ۱/۳۷$^{d}$ | ۳/۲۲$^{d}$ | ۱/۳۷$^{a}$ |
| -۱۸ | ۰$^{e}$ | ۰$^{e}$ | ۰$^{e}$ | ۰$^{e}$ | ۰$^{e}$ | ۰$^{e}$ | ۰$^{e}$ | ۰$^{e}$ |

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.
R/H نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد.

**جدول ٤- برهمکنش اندازه بذر و رقم بر صفات مورد بررسی در جوانه‌زنی عدس**

| تیمار | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه زنی (بذردر روز) | طول ساقه‌چه (میلیمتر) | طول ریشه‌چه (میلیمتر) | وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم) | وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم) | وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) | R/H |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| رباط درشت | ۶۲$^{b}$ | ۶/۹۳$^{b}$ | ۴۳/۵۶$^{b}$ | ۵۱/۲۴$^{b}$ | ۳/۸۹$^{b}$ | ۳/۸۸$^{a}$ | ۷/۷۷$^{b}$ | ۰/۸۹ |
| رباط ریز | ۶۸/۳۳$^{a}$ | ۸/۶۷$^{a}$ | ۴۷/۹۵$^{a}$ | ۵۳/۰۶$^{a}$ | ۴/۰۴$^{a}$ | ۴/۰۳$^{a}$ | ۸/۰۷$^{a}$ | ۰/۸۵ |
| گچساران درشت | ۵۵/۶۷$^{c}$ | ۴/۴۴$^{d}$ | ۳۶/۸۶$^{c}$ | ۴۳/۳۷$^{c}$ | ۳/۱۲$^{d}$ | ۳/۱۹$^{c}$ | ۶/۳۱$^{d}$ | ۰/۹۲ |
| گچساران ریز | ۶۱$^{b}$ | ۵/۳۶$^{c}$ | ۳۷/۷۶$^{c}$ | ۴۴/۶۶$^{c}$ | ۳/۵۶$^{c}$ | ۳/۵۰$^{b}$ | ۷/۰۷$^{c}$ | ۰/۹۳ |

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری ندارند.
R/H نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد

بذور ریز از سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به بذور درشت برخوردار بودند (جدول۲). هورلینگ و همکاران (۱۵) نشان دادند که لاین هایی از سویا که بذور کوچکتری داشتند در مقابل تغییرات آب وهوایی مزرعه مقاومت بیشتری نسبت به بذور بزرگتر داشتند. آنچه مسلم است برای انجام فعالیت های حیاتی بذر، باید آب کافی توسط بذر جذب شود، چنانچه جذب آب دچار اختلال شود و یا به کندی صورت گیرد فعالیت‌های داخل بذر نیز به آرامی صورت می‌گیرد و به عبارتی سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (۴).

با افزایش میزان خشکی سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۳). بذرهای رباط ریز بیشترین و گچساران درشت کمترین سرعت جوانه‌زنی را در سطوح مختلف خشکی داشتند (جدول ۴). با این استثنا که در تیمار شاهد بذور درشت سرعت جوانه زنی بالاتری از بذرهای ریز داشتند (جدول۵ و ۶).

جدول۵- برهمکنش اثر رقم و سطوح خشکی بر صفات مورد مطالعه در جوانه‌زنی بذر رقم های عدس

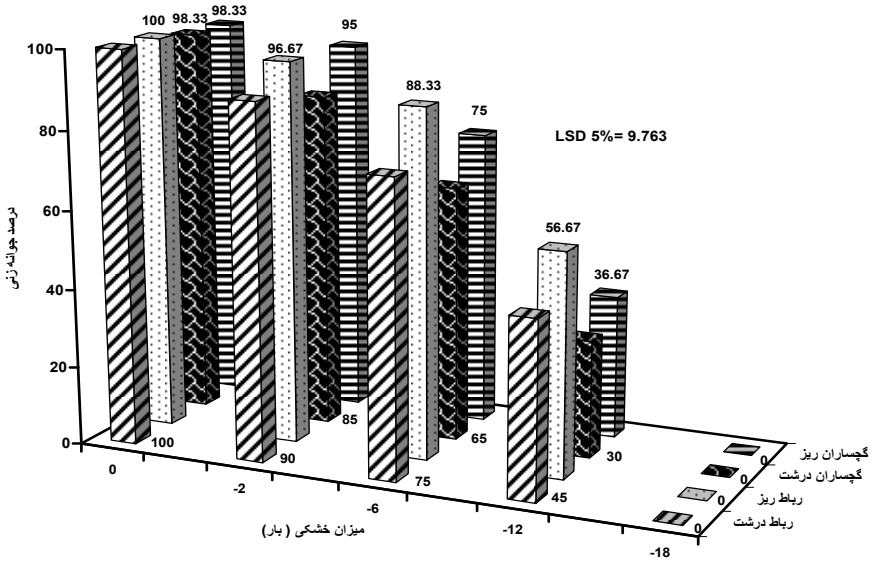
| میزان خشکی (بار) | درصد جوانه‌زنی | | سرعت جوانه زنی | | طول ساقه‌چه (میلیمتر) | | طول ریشه‌چه (میلیمتر) | | وزن ریشه‌چه (میلی گرم) | | وزن ساقه‌چه (میلی گرم) | | وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) | | R/H | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | رقم | | رقم | | رقم | | رقم | | رقم | | رقم | | رقم | | رقم | |
| | رباط | گچساران | رباط | گچساران | رباط | گچساران | رباط | گچساران | رباط | گچساران | رباط | گچساران | رباط | گچساران | رباط | گچساران |
| ۰ (شاهد) | ۱۰۰ | ۹۸/۳۳ | ۱۶/۹۳ | ۱۰/۴۳ | ۱۰۲ | ۹۴/۴۱ | ۱۰۴ | ۹۹/۴۳ | ۹/۰۴ | ۸/۷۵ | ۱۰/۰۸ | ۹/۹۳ | ۱۹/۱۳ | ۱۸/۶۸ | ۰/۹۰ | ۰/۸۸۱ |
| -۲ | ۹۳/۳۳ | ۹۰/۰۰ | ۱۱/۶۵ | ۶/۹۵ | ۶۶/۹۳ | ۴۹/۹۵ | ۷۸/۶ | ۶۲/۶۵ | ۵/۳۵ | ۴/۰۹ | ۵/۱۰ | ۳/۹۴ | ۱۰/۴۵ | ۸/۰۴ | ۱/۰۵ | ۱/۰۵ |
| -۶ | ۸۱/۶۷ | ۷۰/۰۱ | ۷/۵۲ | ۴/۹۴ | ۳۶/۴۷ | ۲۶/۲۲ | ۴۴/۷۲ | ۳۴/۹۷ | ۳/۱۴ | ۲/۴۵ | ۲/۷۹ | ۱/۹۳ | ۵/۹۳ | ۴/۳۹ | ۱/۱۳ | ۱/۲۷ |
| -۱۲ | ۵۰/۸۳ | ۳۳/۳۳ | ۲/۸۹ | ۲/۱۷ | ۲۲/۹۸ | ۱۵/۹۹ | ۳۳/۵۲ | ۲۳/۰۱ | ۲/۲۹ | ۱/۴۱ | ۱/۷۷ | ۰/۹۵ | ۴/۰۹ | ۲/۳۴ | ۱/۲۸ | ۱/۴۶ |
| -۱۸ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰. | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ |
| LSD5% | ۶/۹۰ | | ۰/۷۱۸ | | ۳/۲۲ | | ۲/۳۷ | | ۰/۱۹۲ | | ۰/۲۵۳ | | ۰/۰۷۴ | | ۰/۰۹۰ | |

جدول٦- بر همکنش اثر اندازه بذر و سطوح خشکی بر صفات مورد مطالعه در جوانه‌زنی بذر رقم های عدس

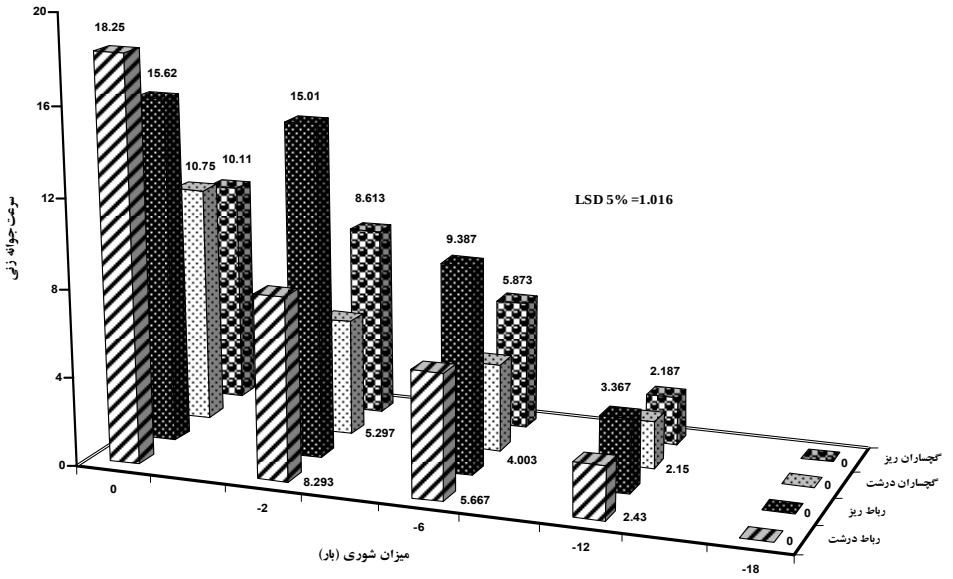
| میزان خشکی (بار) | درصد جوانه‌زنی | | سرعت جوانه زنی | | طول ساقه‌چه (میلیمتر) | | طول ریشه‌چه (میلیمتر) | | وزن ریشه‌چه (میلی گرم) | | وزن ساقه‌چه (میلی گرم) | | وزن خشک گیاهچه (میلی گرم) | | R/H | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | اندازه بذر | | اندازه بذر | | اندازه بذر | | اندازه بذر | | اندازه بذر | | اندازه بذر | | اندازه بذر | | اندازه بذر | |
| | درشت | ریز | درشت | ریز | درشت | ریز | درشت | ریز | درشت | ریز | درشت | ریز | درشت | ریز | درشت | ریز |
| ۰ (شاهد) | ۹۹/۱۷ | ۹۹/۱۸ | ۱۴/۵۰ | ۱۲/۸۶ | ۱۰۹ | ۸۷/۴۱ | ۱۱۱ | ۹۲/۴۳ | ۹/۲۴ | ۸/۵۴ | ۱۰/۴۸ | ۹/۵۳ | ۱۹/۷۰ | ۱۸/۰۸ | ۰/۸۸۱ | ۰/۸۹۱ |
| -۲ | ۸۷/۵ | ۹۵/۸۳ | ۶/۷۹ | ۱۱/۸۱ | ۵۰/۹۵ | ۶۵/۹۳ | ۶۴/۶۰ | ۷۶/۶۵ | ۴/۱۹ | ۵/۲۴ | ۴/۰۰ | ۵/۰۴ | ۸/۲۰ | ۱۰/۲۹ | ۱/۰۵ | ۱/۰۴ |
| -۶ | ۷۰ | ۸۱/۶۷ | ۴/۸۳ | ۷/۶۳ | ۲۵/۷۳ | ۳۶/۹۶ | ۳۵/۹۷ | ۴۳/۷۲ | ۲/۴۸ | ۳/۰۹ | ۱/۹۹ | ۲/۷۴ | ۴/۴۸ | ۵/۸۴ | ۱/۲۶ | ۱/۱۴ |
| -۱۲ | ۳۷/۵ | ۴۶/۶۷ | ۲/۲۹ | ۲/۷۸ | ۱۴/۹۹ | ۲۳/۹۸ | ۲۴/۰۲ | ۳۱/۵ | ۱/۵۹ | ۲/۰۹ | ۱/۱۹ | ۱/۵۴ | ۲/۷۹ | ۳/۶۴ | ۱/۳۵ | ۱/۴۰ |
| -۱۸ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ | ۰٫۰۰ |
| LSD5% | ۶/۹۱ | | ۰/۷۱۹ | | ۲/۲۳ | | ۲/۳۷ | | ۰/۱۹۲ | | ۰/۲۵۳ | | ۰/۰۷۴ | | ۰/۰۹۰ | |

در هر ستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی داری نمی باشند.

R/H نسبت وزن ریشه‌چه به ساقه‌چه می باشد.




**شکل ۱- برهمکنش اثرات اندازه بذر، رقم و خشکی بر درصد جوانه‌زنی بذر رقم های عدس**




**شکل ۲- برهمکنش اثرات اندازه بذر، رقم و سطح خشکی بر سرعت جوانه‌زنی بذر رقم های عدس عدس**

از نظر برهمکنش اثرات رقم و اندازه بذر در سطوح مختلف خشکی نیز بذرهای رباط ریز بیشترین و گچساران درشت کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند (شکل۲). البته در سطح صفر بار خشکی، رقم رباط درشت از نظر این صفت بهتر بود (شکل۲).

**طول ساقه‌چه**

کلیه تیمارها از نظر طول ساقه‌چه در سطح احتمال ۱درصد اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول۱). رقم رباط و بذرهای ریز ساقه‌چه بلند تری نسبت به بذرهای درشت و رقم گچساران داشتند (جدول۲). بررسی برهمکنش اثر رقم در اندازه بذر هم این نکته را تایید می کند (جدول۴). مشاهده شد که رقم رباط حتی در اندازه درشت طول ساقه‌چه بلندتری نسبت به رقم گچساران داشت که نشان دهنده برتری رقم رباط در رشد ساقه‌چه می باشد.

افزایش سطوح خشکی باعث کاهش معنی داری در طول ساقه‌چه عدس شد (جدول۳). بسیاری از تحقیقات کاهش طول ساقه‌چه را با افزایش میزان خشکی گزارش کرده اند (۱، ۹ و ۲۶) رقم رباط بیشترین رشد ساقه‌چه را در تمامی سطوح خشکی داشت (جدول۴) همچنین بجز شاهد بذور ریز در تمامی سطوح خشکی بر بذرهای درشت برتری داشتند (جدول۵). ویلنبرگ و همکاران (۳۱) گزارش کردند که بذرهای ریز چاودار پتانسیل جوانه‌زنی بهتری در شرایط تنش دارند و رشد ساقه‌چه در آنها بیشتر می باشد. آزمایشات مختلف بیانگر این مطلب است که در شرایط تنش، میزان تجمع ماده خشک در بافت ساقه‌چه گیاهچه های متحمل افزایش می یابد و ارقامی که بتوانند در شرایط تنش رطوبتی طول ساقه‌چه خود را بیشتر افزایش دهند یا افت طول ساقه‌چه در آنها با افزایش تنش خشکی کم باشد، گیاهچه های مقاوم در برابر تنش خشکی به شمار می آیند (۴).

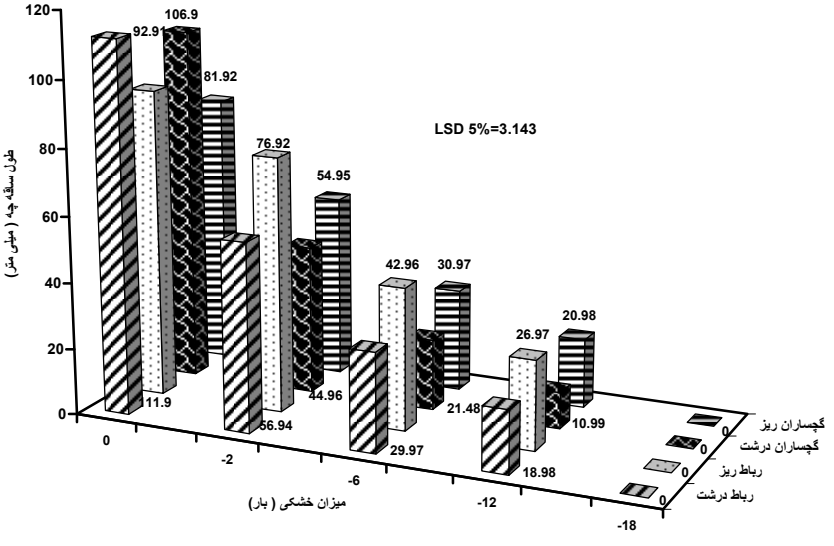
نتایج بررسی برهمکنش رقم در اندازه بذر در سطوح خشکی روی طول ساقه‌چه عدس (شکل۳) بیانگر این مطلب است که بذور درشت در شرایط عدم تنش خشکی از برتری محسوسی نسبت به بذور ریز برخوردار بودند و با افزایش میزان تنش خشکی بذور ریز بر بذور درشت غالب می شوند. چه در شرایط تنش و چه عدم تنش رقم رباط طول ساقه‌چه بیشتری نسبت به رقم گچساران داشت (شکل۳).

در بین صفات مورد اندازه گیری طول ساقه‌چه از حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی برخوردار است (۴). یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در شرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه (ها) به جنین است (۳۰). علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون ها و فعالیت آنزیم ها و در نتیجه اختلال در رشد گیاهچه (شامل ساقه‌چه و ریشه‌چه) می شود (۳۰).

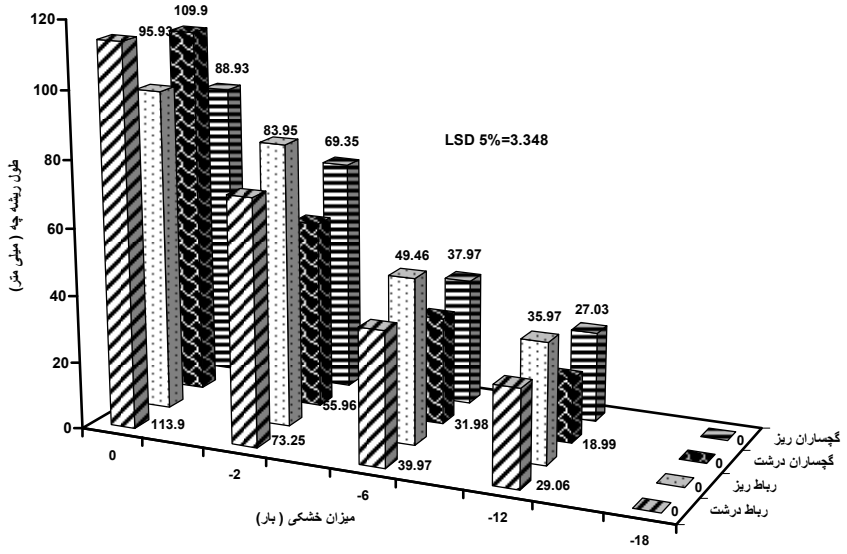
## طول ریشه‌چه

کلیه عوامل تاثیر معنی داری ($P <$ ۰/۰۱) بر رشد طول ریشه‌چه داشتند (جدول۱). بذرهای ریز از ریشه‌چه بلندتری نسبت به بذوردرشت برخوردار بودند و رقم رباط هم بر رقم گچساران برتری داشت (جدول۲). کافی و همکاران (۴) نیز گزارش کردند رقم رباط در بین ۱۱ رقم مورد بررسی عدس دارای بیشترین طول ریشه‌چه بود. طول ریشه‌چه با افزایش میزان تنش خشکی کاهش قابل توجهی نشان داد (جدول ۳). آزمایشات زیادی کاهش طول ریشه‌چه را در شرایط تنش خشکی گزارش کرده اند (۹، ۱۱ و ۱۳).

رقم رباط هم در اندازه ریز و هم درشت از طول ریشه‌چه بیشتری نسبت به رقم گچساران برخوردار بود (جدول۴)، که نشان می دهد در طول ریشه‌چه، رقم گیاه از اندازه بذر مهمتر می باشد و به عبارتی طول ریشه‌چه به شدت تحت کنترل رقم گیاه می باشد. رقم گچساران در بذرهای ریز و درشت اختلاف معنی داری در طول ریشه‌چه نشان نداد ولی نسبت به رقم رباط اختلاف معنی داری داشت و کمتر از آن بود (جدول۴).




**شکل ۳- برهمکنش اثرات اندازه بذر، رقم و خشکی بر طول ساقه‌چه بذر رقم های عدس**




**شکل ٤- برهمکنش اثرات بین اندازه بذر، رقم و خشکی بر طول ریشه‌چه بذر رقم های عدس**

رقم رباط در تمامی سطوح خشکی بر رقم گچساران از نظر طول ریشه‌چه برتری داشت (جدول۵). در شرایط عدم تنش بذور درشت دارای ریشه‌چه بزرگتری از بذرهای ریز بود، حال آنکه با افزایش میزان خشکی بذرهای ریز بر بذرهای درشت برتری یافتند ( جدول۶)، که نشان می دهد بذرهای ریز در شرایط تنش خشکی به علت اندازه ریزتر جذب آب بیشتری داشته، زودتر جوانه‌زده و فرصت بیشتری برای افزایش طول ریشه‌چه خود داشته، بنابراین از ریشه‌چه بزرگتری نسبت به بذرهای درشت برخوردار شده است.

نتایج شکل ۴ نیز نشان می دهد که بذور درشت رباط در شرایط بدون تنش دارای بیشترین طول ریشه‌چه بودند و در رقم گچساران بذرهای درشت در این شرایط بر بذرهای ریز برتری داشته و طول ریشه‌چه بلندتری داشتند. با افزایش میزان خشکی بذرهای ریز رباط در تمامی غلظت ها بیشترین طول ریشه‌چه را به خود اختصاص داده و در رقم گچساران نیز بذور ریز بر بذور درشت از نظر طول ریشه‌چه پیشی گرفتند اما نسبت به رقم رباط چه ریز و چه درشت از ریشه‌چه کوتاهتری برخوردار بود.

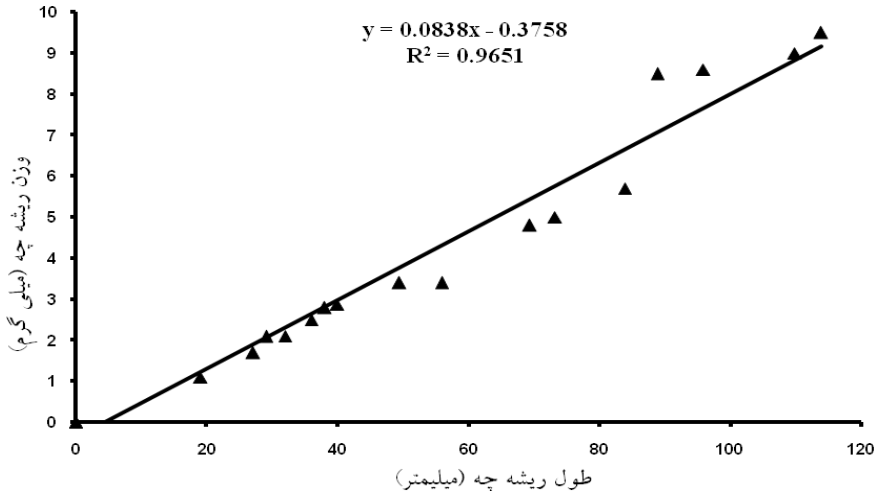
یکی از دلایل افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی، جذب آب بیشتر جهت جوانه‌زنی است که این امر خود باعث افزایش فعالیت های متابولیکی در داخل بذر جهت جوانه‌زنی می شود (۱۰). از عوامل نوسانات طول ریشه‌چه می توان به تفاوت در تجمع ماده خشک در بافت های ذخیره ای ریشه‌چه ارقام مقاوم به شرلیط تنش اشاره کرد (۱۰).

## وزن خشک ریشه‌چه

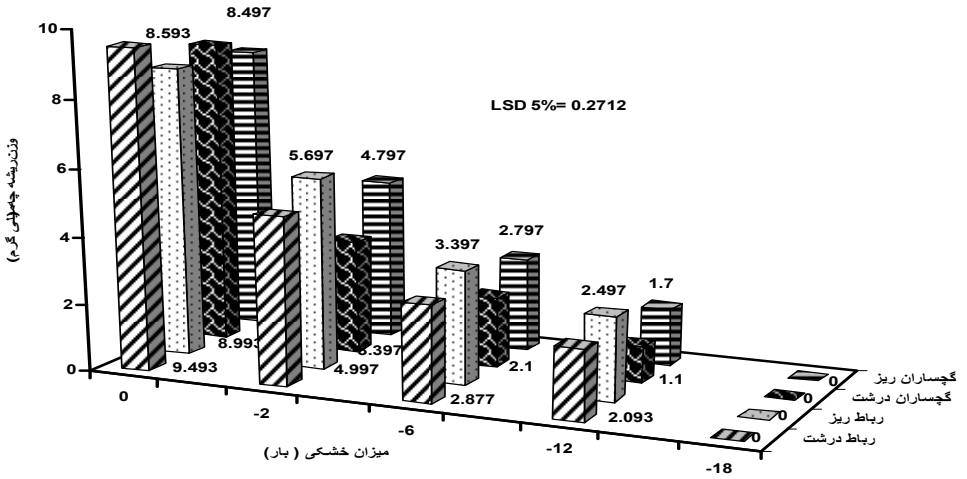
وزن خشک ریشه‌چه نیز تحت تاثیر کلیه عوامل مورد آزمایش قرار گرفت (جدول۱). رقم رباط اختلاف معنی داری از نظر این صفت با رقم گچساران داشت و از وزن ریشه‌چه بالاتری برخوردار بود (جدول۲). کافی و همکاران (۴) نیز گزارش کردند که رقم های مختلف عدس وزن ریشه‌چه مختلفی را ایجاد می کنند. همبستگی مثبتی بین وزن ریشه‌چه و طول آن وجود دارد و با افزایش طول ریشه‌چه، وزن آن نیز افزایش نشان می دهد، یعنی افزایش وزن ریشه چه می تواند بدلیل افزایش طول آن باشد ( شکل۵).

بذور ریز دارای وزن ریشه‌چه بالاتری نسبت به بذور درشت بودند (جدول۲) و این به دلیل جذب آب و رشد سریعتر آنها بود. وزن ریشه‌چه رقم گچساران از وزن ریشه‌چه ی هر دو اندازه بذر رقم رباط کمتر بود (جدول۴) و این نیز تایید می کند که وزن ریشه‌چه بیشتر تحت تاثیر رقم قرار گرفت تا اندازه بذر، با وجود اینکه اثر اندازه بذر هم بر وزن ریشه‌چه معنی‌دار بود.

کاهش وزن ریشه‌چه، بدلیل طول کمتر ریشه‌چه در شرایط تنش خشکی بود. که بدلیل رابطه مستقیم بین طول و وزن ریشه‌چه (شکل۵) باعث کاهش وزن ریشه‌چه شد. رقم رباط در تمامی سطوح خشکی بر رقم گچساران از نظر وزن ریشه‌چه برتری داشت (جدول۵). در شرایط عدم تنش بذور درشت دارای وزن ریشه‌چه بالاتری بودند و با اعمال تنش خشکی بذور ریز بر بذور درشت برتری یافتند (جدول۶) که خود نشانه برتری مقاومت بذور ریز در شرایط تنش خشکی می‌باشد.




**شکل۵- رابطه بین وزن خشک ریشه‌چه و طول ریشه چه در رقم های عدس تحت تنش خشکی**




**شکل ٦- برهمکنش اثرات اندازه بذر، رقم و سطح خشکی بر وزن خشک ریشه‌چه رقم های عدس**

در شرایط عدم تنش بذر درشت رباط دارای بالاترین وزن خشک ریشه‌چه بود و بعد از آن رقم درشت گچساران در رتبه بعدی قرار داشت. با افزایش سطوح خشکی رقم ریز رباط بالاترین وزن خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص داد و بذور ریز گچساران نیز بهتر از بذور درشت بودند (شکل۶). ولی بذر رباط حتی در اندازه درشت هم وزن خشک ریشه‌چه بالاتری از گچساران داشت (شکل۶).

### وزن خشک ساقه‌چه

رقم رباط و بذور ریز به صورت معنی داری ($P<0/01$) دارای وزن خشک ساقه‌چه بالاتری نسبت به رقم گچساران و بذور درشت بودند (جدول ۱ و ۲). ولی برهمکنش بین اندازه بذر و رقم، اختلاف معنی‌داری در وزن خشک ساقه‌چه نشان نداد (جدول۱). وزن خشک ساقه‌چه بشدت تحت تاثیر سطوح مختلف خشکی قرار گرفت و با افزایش میزان خشکی از وزن خشک ساقه‌چه کاسته شده و در تیمار

۱۸- بار خشکی به صفر رسید (جدول۳). به نظر می رسد یکی از دلایل کاهش وزن ساقه‌چه در پتانسیل های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه ها از محور جنینی باشد. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، می توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه ها به محور جنینی تاثیر بگذارند (۲۸). علاوه بر آن رابطه مستقیمی بین میزان تجمع ماده خشک و رشد ساقه‌چه گیاهان متحمل نیز مشاهده شده است (۲۴).

رقم رباط در تمامی سطوح خشکی از نظر وزن ساقه‌چه بر رقم گچساران برتری داشت (جدول۵). البته در سطح عدم تنش این اختلاف معنی‌دار نبود ولی با افزایش سطح خشکی برتری رقم رباط بر گچساران در وزن خشک ساقه‌چه معنی دار بود (جدول۵). که نشان دهنده مقاومت بیشتر رقم رباط در شرایط تنش می باشد. البته نباید فراموش کرد که رقم رباط دارای وزن هزار دانه پایین‌تر (حدود ۱۷ درصد) و اندازه کوچکتری از رقم گچساران می باشد. که این اندازه کوچک بذر تاثیر مثبتی بر مقاومت به خشکی این رقم دارد.

در شرایط عدم تنش بذور درشت از وزن خشک ساقه‌چه بالاتری برخوردار بودند و با اعمال تنش خشکی از برتری آنها کاسته شد و بذور ریز بر آنها پیشی گرفتند (جدول۶). در شرایط عدم تنش بذور درشت رباط دارای بیشترین میزان وزن خشک ساقه‌چه بود و البته اختلاف معنی‌داری با بذور درشت گچساران نداشت. با اعمال تنش خشکی این اختلاف معنی‌دار یود و رقم رباط درشت دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به گچساران درشت از نظر وزن خشک ساقه‌چه شد و حتی با گچساران ریز هم اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل۷)، که بخاطر اندازه ریز بذر رباط بود.

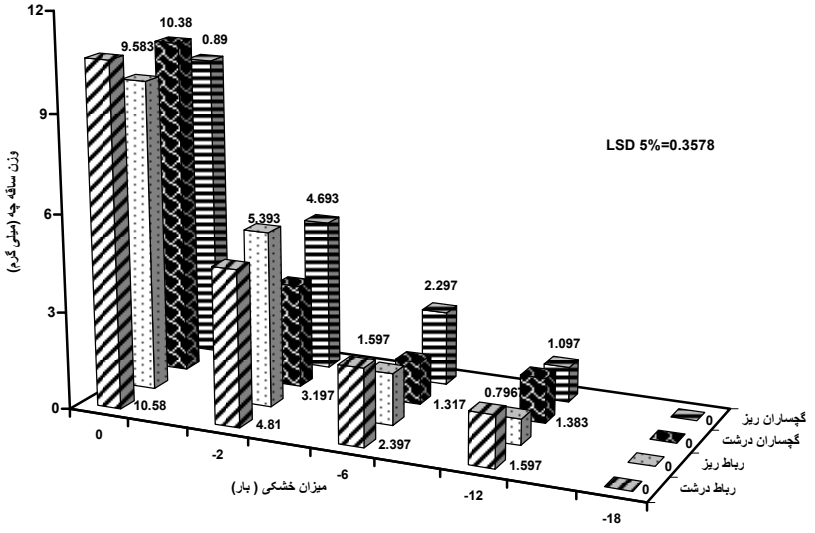
## وزن خشک گیاهچه

وزن خشک گیاهچه هم روندی مشابه با وزن خشک ساقه‌چه داشت و در مورد تمامی تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول۱). رقم رباط و بذور ریز وزن گیاهچه بالاتری نسبت به بذور درشت و رقم گچساران داشتند (جدول۲) و رباط ریز و گچساران درشت بترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن گیاهچه بودند (جدول۴). با افزایش میزان خشکی از وزن خشک گیاهچه کاسته شد (جدول۳) که با نتایج بسیاری از تحقیقات نیز مشابه بوده است (۱، ۶، ۹ و ۲۰). رقم رباط در تمامی سطوح تنش خشکی وزن خشک گیاهچه بالاتری نسبت به رقم رباط نشان داد (جدول۵). در سطح صفر بار خشکی بذور درشت از نظر این صفت بالاتر از بذور ریز بودند ولی با افزایش سطح خشکی بذرهای ریز دارای وزن خشک گیاهچه بالاتری شدند (جدول۶).

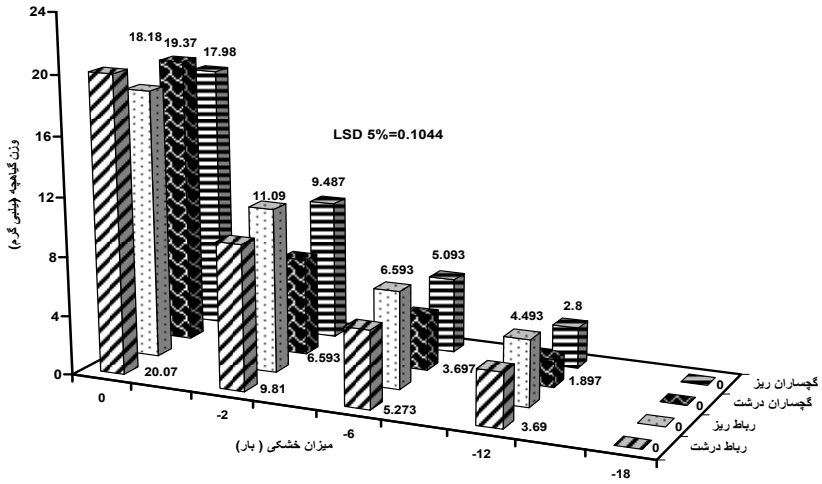
در شرایط عدم تنش خشکی رباط درشت دارای بیشترین میزان وزن خشک گیاهچه و با اعمال تنش خشکی رباط ریز در تمامی سطوح وزن خشک گیاهچه بالاتری را داشت (شکل۸).

## نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه

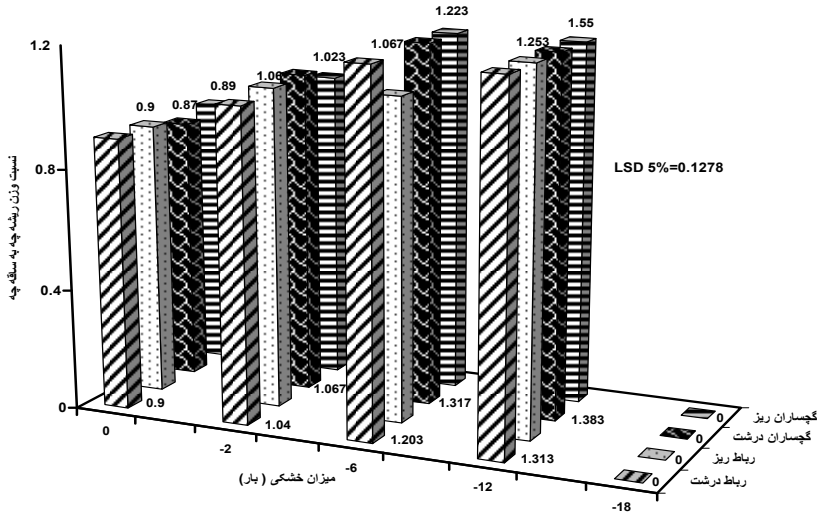
بر خلاف نتایج قبلی در این صفت رقم گچساران دارای سطح بالاتری نسبت به رقم رباط بود (جدول۲). که این می تواند بدلیل داشتن وزن ساقه‌چه کمتر در رقم گچساران باشد که در نهایت باعث افزایش این نسبت شده است. این صفت در بذور درشت و ریز اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول۱ و ۲).




**شکل ۷- برهمکنش اثرات اندازه بذر، رقم و خشکی بر وزن خشک ساقه‌چه رقم های عدس**




**شکل ۸- برهمکنش اثرات اندازه بذر، رقم و خشکی بر وزن خشک گیاهچه رقم های عدس**




**شکل ۹- برهمکنش اثرات اندازه بذر، رقم و خشکی بر نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه رقم های عدس**

نکته جالب اینجاست که با افزایش سطوح خشکی از صفر تا ۱۲- بار نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه افزایش یافت و سطح ۱۲- بار بیشترین مقدار را دارا بود (جدول۳). که نشان می دهد با افزایش میزان تنش خشکی ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه رشد بیشتری دارد و به عبارتی بیشترین اثر تنش خشکی بر روی ساقه‌چه می باشد. این نتیجه توسط محققان دیگری نیز گزارش شده است (۴،۱، ۶، ۹ و ۲۱).

در شرایط عدم تنش رقم رباط بر رقم گچساران از نظر نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه برتری داشت و البته بین اندازه بذر تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با افزایش سطوح خشکی رقم گچساران بر رقم رباط پیشی گرفت (شکل۹).

## نتیجه گیری

همانطور که مشاهده شد دو عامل ژنوتیب و اندازه بذر تاثیر مهمی در مقاومت به خشکی گیاهان در مرحله جوانه‌زنی دارند. حداقل رطوبت مورد نیاز برای جوانه‌زنی در بذرهای کوچک پایین تر است و همین می تواند مهمترین عامل در برتری جوانه‌زنی آنها در شرایط کمبود آب نسبت به بذور درشت تر باشد. پس بنظر می رسد بهتر است در مناطقی که در مرحله کاشت احتمال تنش خشکی وجود دارد، از ارقامی که اندازه بذر کوچک تری دارند استفاده کرده تا درصد بذر جوانه‌زده بیشتر شده و کشاورز متحمل خسارت کمتری شود..

## منابع


۱- آبنوس، م. ۱۳۸۰. بررسی فیزیولوژیکی اثرات تنش خشکی بر مرحله جوانه زنی و گیاهچه ای ارقام عدس. پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیولوژی گیاهی. دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- باقری کاظم آبادی، ع.، غ. سرمدنیا، و ش. حاج رسولیها. ۱۳۶۷. بررسی عکس‌العمل توده های مختلف اسپرس نسبت‌به تنش‌های خشکی وشوری در مرحله جوانه‌زنی. مجله علوم و صنایع‌کشاورزی. ش. ۲. ص. ۴۱-۵۵.

۳- پارسا، م.، و ع. ر. باقری. ۱۳۸۷. حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴- کافی، م.، ا. نظامی، ح. حسینی، و ع. معصومی. ۱۳۸۴. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی رقم های عدس. مجله پژوهش های زراعی ایران. ۳ (۱): ۷۹-۶۹.

۵- کیانی، م.، ع. باقری، و ا. نظامی.۱۳۷۷. عکس العمل ژنوتپ های عدس به تنش خشکی حاصل از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در مرحله جوانه زنی. مجله علوم و صنایع کشاورزی.۱۲:۵۵-۴۲.

6- Ashraf, M. and A. Waheed. 1990. Screening of local exotic of lentil (*Lens culinaris* Medik ) for salt tolerance at two growth stage. Plant and Soil. 128: 167-176.

7- Barkke, M. P. and F. P. Gradner. 1987. Juvenile growth in pigeonpea, soybean, and cowpea in relation to seed and seedling characteristics. Crop Sci. 27: 311-316.

8- Berner, P. M., R. N. Eckersall, and R. K. Scott. 1963. The reletive importance of embryo size and endosperm size in causing the effects associate with seed size in wheat. J. Agric Sci. 61:139 -145.

9- De, F. and R. K. Kar. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean ( *Vigna radiate*) under water stress included by PEG-6000. Seed and Technology. 23: 301-304.

10- El- Sharkawi, H. M., K. M. Faghali, and S. A. Sayed. 1989. Interactive effect of water Stress, temperature and nutrients in seed germination of tree desert plants. Academic press of Egypt.

11- Emmerich, W. E. and S. P. Hardgree. 1990. Polyethylene glycol solution contact effect on seed germination. Agron. J. 82: 1103-1107.

12- FAO. 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Food Outlook, Global market analysis. Statistical appendix.No.1.June.

13- Gupta, A. K., J. Sigh, N. Kaur, and R. Sigh. 1993. Effect of polyethylene glycol induced water stress on uptake introversion and transport of sugars in chickpea seedling. Plant Physiol. Biochemi. 31: 743-747.

14- Harris, D. 1996. The effects of manure, genotype seed priming, depth and data of sowing on the emergence and early growth *sorghum bicolor* L. Moench hn semi-arid Botswana. Soil tillage Research. 40: 73-88.

15- Horlings, G. P., E. E. Gamble, and S. Shanmugasundaram. 1991. The influence of seed size, and seed coat characterestics on seed quality of soybean in the tropics. Seed Sci Technol, 19: 665-683.

16- Hoy, J. D. and E. E. Gamble. 1985. The effects of seed size and seed density of germination and vigor in soybean .Canadian J. Plant Sci.56: 1-8.

17- Kulakanavar, R. M., S. D. Shashidhara, and G. N. Kulkanrni. 1989. Effect of grading on quality of wheat seeds. Seed Res. 43: 182-185.

18- Lafond, G. P. and R. G. Baker. 1986. Effects of temperature moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheats. Crop Sci. 26: 563-567.

19- Livington, N. J. and E. D. Jong. 1990. Matric and osmotic potential effects on seedling emergence at different temperatures. Agronomy Journal. 82: 995-998.

20- Matrinelli-Seneme, A., M. D. Zenotto, and J. Nakagawa. 2000. Seed size and shap effect on corn seed quality, cultivar AL-34. Revista Brasilevia de Sementes. 22(1): 232-238.

21- Mian, A. R., and E. D. Nafziger. 1992. Seed size effect on emergence, head number and grain yield of winter wheat. J. Prod. Agric. 5: 265-268.

22- Mian, M. R. and E. D. Nafziger. 1994 Seed size and water potential effect on germination and seedling growth of winter wheat . Crop Sci, 34: 169-171.

23- Moreno-Martiners, E., M. E. Vazquez-badillo, A. Rivera, R. Navarrete and F. Esquive villargana. 1998. Effect of seed shape and size on germination of corn(Zea mays L.) saturated under adverse condition. Seed Sci and Technol, 26:439-448.

24- Opoku, G., F. M. Davies, E. V. Zetrio, and E. E. Camble. 1996. Relationship between seed vigor and yield of white beans (*Phaseolos vulgaris* L). Plant Variety Seed. 9: 119-125.

25- Peterson, C.M., B. Klepper, and R.W. Rickman1. 1989. Seed reserves and seedling development in winter wheat. Agron. J. 81: 245-251.

26- Puri, Y. P. and C. C. Qualset. 1978. Effect of seed size and seedling rate on yield and other characteristic of durum

wheat. Phyton. 36: 91-95.
27- Satvir, K., A. K. Gupta, and K. Narinder. 2003. Priming of chickpea seeds with water and Mannitol overcomes the effect of salt stress on seedling growth. ICPM. 10: 18-20.
28- Sigh, K. B., and M. C. Saxena. 1993. Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes. The Hague,The Netherlands: Martinus Nijhoff/Junk.
29- Sung, F. J. M. 1992. Field emergence of edible soybean seeds differing in seed size and emergence stregth. Seed Sci. Technol. 20:527-532.
30- Takel, A. 2000. Seedling emergence and growth of sorghum genotypes under variable soil moisture deficit. Agron. J. 48: 95-102.
31- Willenborg, C. J., J. C. Wildeman, A. K. Miller, B. G. Rossnagel, and S. J. Shirtliffe. 2005. Oat germination characteristics differ among genotypes, seed sizes, and osmotic potentials. Crop Sci. 45:2023–2029.