



به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۹ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۶
صفحه‌های ۸۵-۶۹

اثر اندازه بذر بر عملکرد، ویژگی‌های زراعی و تحمل به تنش خشکی نخود

داود صادق‌زاده اهری*

- استادیار، بخش تحقیقات حیوانات دیم، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مراغه، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۲/۰۴

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۲۷

چکیده

اندازه بذر به‌عنوان یکی از ویژگی‌های مهم و موثر بر عملکرد دانه و رشد و نمو در اغلب گیاهان زراعی، نقش شناخته شده‌ای دارد. به منظور مطالعه تاثیر اندازه بذر ژنوتیپ‌های نخود بر تحمل خشکی، آزمایشی با استفاده از طرح دوبار خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی و طی سه سال زراعی (۱۳۸۹-۱۳۹۲) انجام شد. سطوح تنش خشکی شامل یک‌بار آبیاری بلافاصله پس از کاشت، دوبار آبیاری و سه بار آبیاری هرکدام به فاصله یک‌ماه پس از کاشت در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌ها شامل "آرمان"، "آزاد"، "ILC 482" و یک "توده بومی ترکیه" در کرت‌های اصلی دوم و سه اندازه بذر (درشت با قطر بیش از هشت میلی‌متر، متوسط با قطر شش تا هشت میلی‌متر و ریز با قطر کمتر از شش میلی‌متر) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تاریخ گلدهی و رسیدن، طول دوره پر شدن دانه، قدرت رشد در شروع گلدهی و رسیدن، ارتفاع بوته، وزن صد دانه، شاخص برداشت، عملکرد زیست توده و دانه تجزیه و تحلیل گردید. با استفاده از شاخص‌های مختلف تحمل به تنش خشکی (MP, TOL, STI, SSI و GMP) و از روی عملکرد و نیز روش رتبه‌بندی صفات، میزان تحمل به تنش در اندازه‌های متفاوت بذر و ژنوتیپ‌های آزمایشی برآورد شد. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه متعلق به بذوری با اندازه متوسط و درشت (۹۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. جمع‌بندی نتایج بر اساس رتبه‌بندی صفات و شاخص‌های تحمل به تنش نشان داد که رقم "آزاد" متحمل‌ترین ژنوتیپ آزمایشی به تنش خشکی بود. همچنین بذور با اندازه ریز در برابر تنش خشکی حساس‌تر و بذور درشت مقاوم‌تر بودند.

کلیدواژه‌ها: دیم، روش رتبه‌بندی، ژنوتیپ، شاخص‌های تحمل به خشکی، رقم "آزاد"

۱. مقدمه

نخود (*Cicer arietinum* L.) در بین حبوبات مهمترین گیاه زراعی کشور محسوب می‌شود [۳۰]. مطابق آمار منتشر شده از سوی وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت نخود در کشور با نوساناتی در برخی سال‌ها بین ۵۵۰۰۰۰ - ۹۰۰۰۰۰ هکتار است که بیش از ۹۰ درصد آن به صورت دیم است [۲].

پدیده خشکی و محدودیت آب از مشکلات عمده کشاورزی در جهان بوده و حدود ۷۸٪ از عرصه کشاورزی جهانی به طور دائمی و یا موقتی با خشکی درگیر است. با توجه به روند افزایش جمعیت جهان و از سویی دیگر، قطعی شدن و پذیرش تغییرات محسوس آب و هوایی در دنیا (پدیده تغییر اقلیم) توسط دانشمندان، چندی است که در زمینه بحران کمبود آب و کاهش اراضی تحت آبیاری در آینده و لزوم دستیابی به روش‌های مقابله با خشکی نظیر شناسایی و کشت ارقام و کولتیوارهای مقاوم یا متحمل، توسط دانشمندان هشدار داده می‌شود [۲۲، ۱۶، ۲۳ و ۲۴]. بر اساس گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO)، ۹۰ درصد از پهنه کشور ایران با متوسط بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی‌متر، در نواحی خشک و نیمه خشک قرار دارد [۹]. بروز خشکسالی‌های متعدد در سال‌های اخیر، محدودیت منابع آبی کشور و همچنین ایجاد آمادگی در مقابله با چنین پدیده‌هایی، انجام تحقیقات در زمینه خشکی در کشور را ضروری می‌سازد [۵].

نتایج مطالعات انجام شده در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی حاکی از تاثیر اندازه بذر بر برخی ویژگی‌های گیاهی است. مطابق نظر پژوهشگران اندازه بذر از اجزای مهم عملکرد است که با تاثیر بر روی قدرت بذر^۲ نقش موثری در سازش ارقام به شرایط متفاوت محیطی دارد [۲۱].

دو عامل ژنوتیپ و اندازه بذر تاثیر مهمی در تحمل به خشکی گیاهان، به‌ویژه در مرحله جوانه‌زنی دارند (۸). همچنین اندازه بذر یکی از صفات کیفی مهم است که تحت تاثیر نوع رقم، شرایط محیطی و عملیات زراعی قرار دارد [۲۰]. اعتقاد بر این است که ارتباط زیادی بین اندازه بذر و منابع غذایی موجود در بذر وجود دارد و معمولاً انتظار بر این است که افزایش اندازه بذر نقش مثبتی در رشد گیاهچه‌ها داشته و این امر سبب افزایش عملکرد نهایی گیاه در مزرعه گردد [۲۴]. اما، در برخی مطالعات نتایج متفاوتی گزارش شده است. به‌عنوان مثال، در سویا مشخص شده است که بذور با اندازه متوسط از قابلیت‌های جوانه‌زنی بهتری نسبت به بذوری با اندازه ریز و درشت برخوردارند [۲۴].

نتایج یک بررسی در عدس نشان داد که به‌دلیل تحمل بیشتر ارقام بذر ریز به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی، در مناطقی که احتمال بروز تنش خشکی به‌ویژه در مراحل اولیه رشد وجود دارد، کاشت ارقامی با اندازه بذر کوچکتر مناسب بوده و توصیه می‌شود [۸]. بررسی ویژگی‌های زراعی و عملکرد حاصل از سه اندازه بذر (ریز، درشت و بدون سایزبندی) در نخود نشان داد که، هرچند در مراحل اولیه رشد (۲۹ روز پس از کاشت) گیاهان حاصل از بذور درشت از مساحت برگ و وزن خشک بیشتری برخوردارند، ولی در مرحله برداشت از نظر میزان ماده خشک، عملکرد دانه و وزن صد دانه تفاوتی بین آن‌ها وجود نداشت [۲۸].

گزارش شده است که اندازه بذر از عوامل مهم و تاثیرگذار بر میزان جوانه‌زنی، قدرت رشد گیاهچه، ارتفاع بوته، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک (بیوماس) و عملکرد دانه در نخود است [۱۵ و ۱۷]. تحقیقات انجام شده در ترکیه نشان داد که کشت بذور درشت در نخود ضمن بهبود اجزای مهم عملکرد، نظیر تعداد نیام در بوته، ارتفاع

1 - Food and Agricultural Organization
2 - Seed vigour

آبیاری) در کرت‌های اصلی^۱ و ژنوتیپ‌ها (شامل "آرمان"، "آزاد"، "ILC 482" و یک توده بومی از ترکیه) در کرت‌های اصلی دوم و اندازه بذر (سه اندازه درشت با قطر بیش از هشت میلی‌متر، متوسط با قطر شش تا هشت میلی‌متر و ریز با قطر کمتر از شش میلی‌متر) در کرت‌های فرعی^۲ قرار داشتند. مقادیر آبیاری در هر بار معادل ۴۰ میلی‌متر بود که بر اساس ابعاد کرت‌های آزمایشی محاسبه و توسط کنتور اندازه‌گیری شد.

عملیات آماده‌سازی زمین آزمایش، شامل شخم با گاوآهن قلمی در پاییز سال قبل و استفاده از دیسک در بهار (قبل از کشت) بود و برای تغذیه گیاهان با توجه به نتایج تجزیه خاک مزرعه، از فرمول کودی N20P30 استفاده شد. تمامی کود فسفر (سوپر فسفات تریپل) در پاییز و کود نیتروژن (اوره) در بهار (مرحله دو برگگی) و به‌عنوان آغازگر (استارتر) مصرف شد [۶]. کاشت بذور در بیستم فروردین هر سال انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول شش متر و فواصل ردیف ۲۵ سانتیمتر و تراکم کاشت ۳۰ بوته در متر مربع بود. برای سهولت در آبیاری و عدم تداخل و نفوذ آب در تیمارهای مختلف، فواصل کافی بین کرت‌های آزمایشی (کرت‌های اصلی) در نظر گرفته شد. بذور قبل از کاشت با قارچ کش مناسب (بنومیل به نسبت یک در هزار) ضد عفونی شد و عملیات کاشت بذور با دست و در عمق چهار تا پنج سانتی متری خاک انجام گردید. در طول فصل رشد مراقبت‌های لازم از قبیل مبارزه با علف‌های هرز (دو نوبت و جین دستی) و آفات (یک نوبت مبارزه با آگروتیس توسط پخش طعمه مسموم تهیه شده از سم سوین در سطح مزرعه و یک بار مبارزه شیمیایی با هلیوتیس توسط سم دیازینون) انجام شد.

گیاه و وزن صد دانه، در نهایت موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح خواهد شد [۱۰]. نتایج مطالعات انجام شده در هندوستان موید اثر مثبت اندازه بذر نخود بر اجزای عملکرد و سازگاری آن به کشت در مناطق مختلف است [۱۹]. گزارش‌هایی نیز بر عدم تاثیر اندازه بذر نخود بر ارتفاع بوته و عملکرد تک بوته اشاره کرده‌اند [۳۳].

مطالعات انجام شده روی ۱۴۲ ژنوتیپ نخود در هندوستان نشان داد که از نظر آماری بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت و ژنوتیپ‌هایی با بذر درشت عملکرد کمتری نسبت به ژنوتیپ‌هایی با بذر متوسط و ریز داشتند. ایشان نشان دادند که با افزایش اندازه بذر در نخود، عملکرد دانه در واحد سطح کاهش می‌یابد [۲۷]. نتایج بررسی‌های انجام گرفته در نخود فرنگی نشان داد که بذور درشت و متوسط در مقایسه با بذور ریز قدرت بقای بیشتری در مزرعه داشتند و نیز از استقرار و رشد مطلوب‌تری برخوردارند [۳۳].

با توجه به نتایج متفاوت حاصل شده در تحقیقات مختلف و عدم اطلاعات کافی در مورد اثر اندازه بذر و تنش خشکی، هدف از انجام مطالعه اثر اندازه بذر بر تحمل در برابر تنش خشکی، عملکرد و صفات زراعی ژنوتیپ‌های مختلف نخود دیم می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی سه سال زراعی (۹۲-۱۳۸۹) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه و با استفاده از طرح آماری دوبار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سطوح تنش شامل یک‌بار آبیاری بلافاصله پس از کاشت، دو بار آبیاری (زمان کاشت و یک ماه بعد از آن) و سه بار آبیاری (زمان کاشت، یک‌ماه بعد از کشت و یک‌ماه بعد از دومین

1 - Main plots
2 - Sub plots

جدول ۱- خلاصه آمار هواشناسی سه سال آزمایش (۹۲-۱۳۸۹) مربوط به ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

ماه	سال					
	۱۳۹۱-۱۳۹۲		۱۳۹۰-۱۳۹۱		۱۳۸۹-۱۳۹۰	
	متوسط دما (°C)	بارندگی (mm)	متوسط دما (°C)	بارندگی (mm)	متوسط دما (°C)	بارندگی (mm)
مهر	۱۳/۴۸	۸/۵	۱۲/۲	۲۵/۹	۱۴/۴	۴
آبان	۷/۰۸	۸۴	۱/۷	۵۰/۵	۶/۵	۴/۷
آذر	۰/۹۴	۵۱/۹	-۴/۳	۵/۹	۲/۶	۸
دی	-۴/۵۲	۲۷	-۲/۸	۲۹/۸	-۵/۳	۲۱
بهمن	۱/۶۶	۴۴/۲	-۵/۷	۲۱/۱	-۴/۹	۲۶
اسفند	۲/۵۶	۴۶/۳	-۴/۰۳	۲۳/۲	۰/۳۴	۹۵
فروردین	۸	۳۳/۲	۶	۳۶/۲	۷	۶۹/۵
اردیبهشت	۱۰	۴۷/۷	۱۲	۴۹/۷	۱۱	۱۲۰/۶
خرداد	۱۷	۹	۱۷	۲۱	۱۷	۳
تیر	۲۲	۰/۳	۲۱	۸/۸	۲۲	۰
		۳۵۲/۱		۲۷۲/۱		۳۵۱/۸
						مجموع بارندگی

تعیین گردید. همچنین طول دوره پر شدن دانه (فاصله زمانی بین ۵۰ درصد گلدهی تا رسیدن) و شاخص برداشت بر حسب درصد (نسبت عملکرد دانه بر عملکرد بیوماس ضرب در ۱۰۰) در هر تیمار محاسبه شد. در جدول ۱، خلاصه اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۲ آمده است.

تجزیه واریانس سالانه برای صفات مختلف انجام و در پایان سال سوم ضمن انجام تجزیه مرکب اثرات ساده سال، ژنوتیپ، اندازه بذر و همچنین اثرات متقابل دو جانبه و سه جانبه بر اساس موازین آماری طرح مورد استفاده استخراج شد. به منظور تعیین نقش اندازه بذر در تحمل یا حساسیت

در طول دوران رشد و نمو گیاهان از صفات مختلف زراعی نظیر تاریخ ۵۰ درصد گلدهی، تاریخ رسیدن (رسیدگی فیزیولوژیکی در ۹۰ درصد از بوته‌های هر تیمار) قدرت رشد (در دو مرحله شروع گلدهی (GV1)^۱ و رسیدن (GV2)^۲) بر اساس شاخص‌های عددی یک (قدرت رشد ضعیف)، سه (قدرت رشد متوسط) و پنج (رشد قوی)، متوسط ارتفاع ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت یادداشت برداری به عمل آمد و پس از رسیدن گیاهان و حذف اثرات حاشیه‌ای (حذف نیم متر از ابتدا و انتها و همچنین حذف دو خط کناری در هر کرت)، وزن صد دانه، عملکرد زیست توده آفتاب خشک و عملکرد دانه

1 - Growth Vigor in start of flowering stage (GV1)
2 - Growth Vigor in maturity stage (GV2)

به دست آمده از یادداشت برداری در شرایط مزرعه از نرم افزار آماری MSTAT-C استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه واریانس مرکب (سه سال) صفات و ویژگی‌های مورد مطالعه (جدول ۲) نشان داد که تاثیر عامل سال بر اغلب صفات مورد مطالعه به غیر از قدرت رشد در مراحل گلدهی و رسیدن دانه (GV1 و GV2) از نظر آماری معنی دار بود. یعنی سال‌های مختلف اثرات متفاوتی بر صفات مورد مطالعه در این پژوهش داشتند. در جدول ۳ نتایج مربوط به مقایسه میانگین اثر سال بر صفات مورد مطالعه آمده است. دلیل اصلی تفاوت بین سال‌های آزمایشی از نظر تاثیر بر صفات مورد بررسی در این آزمایش را می‌توان شرایط متغیر آب و هوایی به‌ویژه در طول دوره رشد و نمو گیاهان (فروردین تا تیر ماه) ذکر نمود. آمار هواشناسی دوره مذکور در طول سال‌های آزمایشی در جدول ۱ آمده است.

بیشترین فاصله زمانی از کاشت تا گلدهی و رسیدن (به ترتیب ۶۸ و ۱۰۲ روز)، ارتفاع بوته (۲۶/۶ سانتی‌متر) و عملکرد زیست توده و دانه (به ترتیب ۳/۳۸ و ۱/۳۱ تن در هکتار) متعلق به سال اول آزمایش (۹۰-۱۳۸۹) بود (جدول ۳). هرچند، جدول یک نشان داد که مقدار کل بارندگی‌های نازل شده در طول سه سال آزمایشی به ترتیب برابر ۳۵۱/۸، ۲۷۲/۱ و ۳۵۲/۱ میلی‌متر بود، ولی با در نظر گرفتن مقدار بارندگی‌های نازل شده در سه ماهه بهار و تیر ماه (طول فصل رشد و نمو گیاهان آزمایشی)، مشخص شد که سال‌های اول، دوم و سوم به ترتیب دارای ۱۹۳، ۱۱۵/۷ و ۹۲/۹ میلی‌متر بارندگی بودند (جدول ۱) و یکی از دلایل وجود اختلافات معنی دار آماری بین سال‌های آزمایشی نیز می‌تواند همین امر باشد.

به خشکی، شاخص‌های تحمل به خشکی شامل TOL^۱، SSI^۲، STI^۳، MP^۴ و GMP^۵ و بر مبنای Ys^۶، Yp^۷، \bar{Y}_s و \bar{Y}_p ^۸ که به ترتیب عبارتند از عملکرد در شرایط تنش و در شرایط بدون تنش، متوسط عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش، برای تیمارهای مختلف اندازه بذر و با استفاده از روابط زیر محاسبه شد [۱۱، ۱۲ و ۲۵].

$$\text{رابطه ۱: } SSI = \frac{1 - (Y_s/Y_p)}{1 - (\bar{Y}_s/\bar{Y}_p)}$$

$$\text{رابطه ۲: } Tol = Y_p - Y_s$$

$$\text{رابطه ۳: } MP = \frac{(Y_p + Y_s)}{2}$$

$$\text{رابطه ۴: } STI = \frac{(Y_p)(Y_s)}{(\bar{Y}_p^2)}$$

$$\text{رابطه ۵: } GMP = \sqrt{(Y_s)(Y_p)}$$

همچنین با استفاده از روش رتبه‌بندی صفات [۴ و ۷]، میزان تحمل و حساسیت به تنش خشکی در مورد اندازه‌های متفاوت بذر و ژنوتیپ‌های آزمایشی برآورد و ارزیابی شد. در روش رتبه‌بندی و پس از انجام مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن برای تیمارهایی که در کلاس a قرار گیرند رتبه ۱، برای تیمارهایی که در کلاس ab قرار گیرند رتبه ۱/۵، برای تیمارهایی که در کلاس b قرار گیرند رتبه ۲ و در نظر گرفته شد. سرانجام میانگین رتبه برای هر تیمار محاسبه شد و تیماری که دارای کمترین میانگین رتبه بود به‌عنوان تیمار برتر محسوب گردید. به‌منظور انجام تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و اطلاعات

- 1 - Tolerance(TOL)
- 2- Stress Susceptibility Index(SSI)
- 3 - Stress Tolerance Index(STI)
- 4 - Mean Productivity(MP)
- 5 - Geometric Mean Productivity(GMP)
- 6 - Yield under Stress condition(YS)
- 7 - Yield under non stress condition(YP)
- 8 - Mean yields under stress condition(\bar{Y}_s)
- 9 - Mean yields under non stress condition(\bar{Y}_p)

جدول ۲. نتیجه تجزیه واریانس مرکب اثر سال‌های آزمایش، تنش خشکی و اندازه بذر بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

شاخص برداشت	عملکرد دانه	بیوماس	وزن صد دانه	ارتفاع بوته	طول دوره		میانگین مریعات (MS)	درجه آزادی		منبع تغییرات
					اثر تنش خشکی	اثر اندازه بذر		تاریخ رسیدن	قدرت رشد ۱	
۸۶۵۵/۸**	۱۵۰۹۶**	۱۶۴**	۶۹۱/۷**	۵۹۴/۲**	۱۹۷*	۴/۲۴ ^{ns}	۳۸۰۱/۶**	۱۶۴۵ ^{ns}	۵۴۶۰/۶**	سال
۱۴۰/۲	۰/۳۲	۱/۵۶	۱۳/۹	۳۵/۴۷	۳۲/۳	۱/۸۲	۵۱/۲۶	۱۷/۸	۱۳	خطای اول
۳۳۳/۷ ^{ns}	۴/۸۳**	۲۰/۵**	۱/۱۲ ^{ns}	۴۳۷/۴**	۳۱۱/۵**	۱/۲۴**	۳۹۴/۵**	۳۰/۶۱**	۱۳/۸ ^{ns}	سطح تنش
۲۱۰ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۲/۱۸ ^{ns}	۶۴/۵**	۲۹۰/۱ ^{ns}	۳۶۳/۳ ^{ns}	۴/۰۳ ^{ns}	۲۰۰/۵ ^{ns}	۹/۶۳**	۰/۶۷ ^{ns}	سال × سطح تنش
۷۹/۳	۰/۲۴	۰/۸۷	۷/۶۰	۲۹/۶۴	۲۲/۳	۳/۸۵	۱۱/۴۲	۱/۷۰	۵/۲۰	خطای دوم
۲۶۹/۳**	۰/۳۶**	۰/۷۳**	۱/۶۶/۶**	۸۱/۴۴**	۴۳/۵**	۱/۳**	۵۸/۸۱**	۳/۳۴ ^{ns}	۵۸/۴**	ژنوتیپ
۱۲/۰۱ ^{ns}	۰/۱۱*	۰/۳۰ ^{ns}	۱۹/۵۴**	۹/۲۷ ^{ns}	۶۶۰/۲**	۱/۲۱ ^{ns}	۱۲/۳۸**	۱/۲۷ ^{ns}	۲۴/۲**	سال × ژنوتیپ
۲۹/۹ ^{ns}	۰/۱۱*	۰/۴۲*	۳/۵۰ ^{ns}	۴/۶۸ ^{ns}	۹/۹۴ ^{ns}	۳/۱۹ ^{ns}	۷/۷۷*	۲/۳۹ ^{ns}	۰/۸۰ ^{ns}	سطح تنش × ژنوتیپ
۵۲/۵*	۰/۰۴ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۳/۹۰ ^{ns}	۵/۱۱ ^{ns}	۵/۵۴ ^{ns}	۱/۴۲ ^{ns}	۴ ^{ns}	۱/۳۶ ^{ns}	۱/۲۰ ^{ns}	سال × سطح تنش × ژنوتیپ
۲۷/۸	۰/۰۴	۰/۱۷	۲/۵۷	۸/۷۹	۵/۲۰	۲/۱۰	۲/۲۲	۱/۴۶	۲/۲۰	خطای سوم
۳۷ ^{ns}	۰/۱۲**	۰/۳۷**	۱۰/۷/۹**	۶/۹۵ ^{ns}	۲/۶۳ ^{ns}	۴/۵۰**	۱/۵۸ ^{ns}	۹/۲۶**	۰/۲۰ ^{ns}	اندازه بذر
۳۱/۵ ^{ns}	۰/۰۷**	۰/۲۰**	۸/۶۶**	۸/۵۷*	۰/۲۷ ^{ns}	۱/۵۵ ^{ns}	۰/۰۶ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	۰/۲۴ ^{ns}	سال × اندازه بذر
۸/۸ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۱۰ ^{ns}	۱/۳۳ ^{ns}	۰/۸۵ ^{ns}	۰/۶۴ ^{ns}	۱/۱۴ ^{ns}	۱/۱۷ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	سطح تنش × اندازه بذر
۱۵/۵ ^{ns}	۰/۰۴*	۰/۱۴**	۱/۹۲ ^{ns}	۱/۴۱ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}	۱/۰۱ ^{ns}	۱/۲۴ ^{ns}	۱/۱۳ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	سال × سطح تنش × اندازه بذر
۳۱/۱ ^{ns}	۰/۰۷**	۰/۳۰**	۸/۱۳**	۲/۲۴ ^{ns}	۰/۳۵ ^{ns}	۰/۲۹ ^{ns}	۰/۹۶ ^{ns}	۰/۸۳ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	ژنوتیپ × اندازه بذر
۲۸/۹ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۵/۵۲**	۲/۶۴ ^{ns}	۰/۹۰ ^{ns}	۱/۰۴ ^{ns}	۱/۴۰ ^{ns}	۰/۹۴ ^{ns}	۰/۳۷ ^{ns}	سال × ژنوتیپ × اندازه بذر
۲۱/۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۲/۳۰ ^{ns}	۴/۱۰ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}	۱/۰۳ ^{ns}	۱/۲۷ ^{ns}	۰/۸۲ ^{ns}	۰/۴۳ ^{ns}	سطح تنش × ژنوتیپ × اندازه بذر
۱۴/۷ ^{ns}	۰/۰۲*	۰/۰۹*	۲/۵۵*	۲/۹۵ ^{ns}	۰/۹۵ ^{ns}	۱/۰۷ ^{ns}	۰/۹۹ ^{ns}	۰/۵۷ ^{ns}	۰/۲۲ ^{ns}	سال × سطح تنش × ژنوتیپ × اندازه بذر
۲۹/۷	۲/۰۹	۰/۰۵	۱/۵۷	۲	۱/۱۱	۰/۹۴	۰/۹۳	۰/۷۴	۰/۳۱	خطای کل

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ns = بدون اختلاف معنی دار آماری

اثر اندازه بذر بر عملکرد، ویژگی‌های زراعی و تحمل به تنش خشکی نخود

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر سال‌های آزمایش بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

صفت	سال		
	۱۳۹۱-۹۲	۱۳۹۰-۹۱	۱۳۸۹-۹۰
تاریخ گلدهی (day)	۶۶ a	۵۵ b	۶۸ a*
قدرت رشد ۱	۳/۲a	۳/۹a	۳/۷ a
تاریخ رسیدن (day)	۹۹ a	۹۲ b	۱۰۲ a
قدرت رشد ۲	۳/۳a	۳/۶a	۳/۵ a
دوره پر شدن دانه (day)	۳۴ b	۳۶ a	۳۵ ab
ارتفاع بوته (cm)	۲۵/۴ a	۲۲/۱ b	۲۶/۶a
وزن صد دانه (gr)	۳۰/۶c	۳۵/۵a	۳۴/۰b
عملکرد زیست توده ($t. ha^{-1}$)	۱/۱۴b	۱/۳۶b	۳/۳۸a
عملکرد دانه ($t. ha^{-1}$)	۰/۵۸۲ b	۰/۷۵۰b	۱/۳۱a
شاخص برداشت (%)	۵۱/۲ a	۵۵/۸ a	۳۸/۵b

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ردیف، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

در بین سال‌های آزمایشی، دارای کمترین مقدار بارندگی طی دوران رشد و نمو گیاهان بود (جدول‌های ۱ و ۳). نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که عامل سطح تنش (تعداد آبیاری) بر روی اغلب صفات مورد مطالعه به غیر از تاریخ گلدهی، وزن صد دانه و شاخص برداشت، اثر بسیار معنی‌داری ($P \leq 0.01$) داشت (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین اثر این عامل بر صفات و ویژگی‌های زراعی به روش آزمون دانکن ($P \leq 0.05$) در جدول چهار آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده، با افزایش مقدار رطوبت در خاک (تعداد آبیاری)، تاریخ رسیدن ژنوتیپ‌های آزمایشی چهار روز افزایش یافت (از ۹۷ روز در تیمار یک نوبت آبیاری به ۱۰۱ روز در تیمار سه‌بار آبیاری رسید). همچنین نتایج حاکی از افزایش قدرت رشد به‌ویژه در مرحله دوم اندازه‌گیری، طول دوره پر شدن دانه‌ها، ارتفاع بوته، عملکرد بیوماس و عملکرد دانه در نتیجه افزایش تعداد آبیاری بود.

بیشترین فاصله زمانی از کاشت تا گلدهی و رسیدن (به ترتیب ۶۸ و ۱۰۲ روز)، ارتفاع بوته (۲۶/۶ سانتی‌متر) و عملکرد زیست توده و دانه (به ترتیب ۳/۳۸ و ۱/۳۱ تن در هکتار) متعلق به سال اول آزمایش (۱۳۸۹-۹۰) بود (جدول ۳). هرچند، جدول یک نشان داد که مقدار کل بارندگی‌های نازل شده در طول سه سال آزمایشی به ترتیب برابر ۳۵۲/۱، ۲۷۲/۱ و ۳۵۱/۸ میلی‌متر بود، ولی با در نظر گرفتن مقدار بارندگی‌های نازل شده در سه ماهه بهار و تیر ماه (طول فصل رشد و نمو گیاهان آزمایشی)، مشخص شد که سال‌های اول، دوم و سوم به ترتیب دارای ۱۹۳، ۱۱۵/۷ و ۹۲/۹ میلی‌متر بارندگی بودند (جدول ۱) و یکی از دلایل وجود اختلافات معنی‌دار آماری بین سال‌های آزمایشی نیز می‌تواند همین امر باشد.

کمترین مقادیر صفات قدرت رشد در مرحله ۱، قدرت رشد در مرحله ۲، دوره پر شدن دانه، وزن صد دانه، عملکرد زیست توده و دانه نیز متعلق به سال سوم بود که

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر سطح تنش (تعداد آبیاری) بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

تعداد آبیاری			صفت
سه بار	دو بار	یک بار	
۶۴ a	۶۴ a	۶۳ a*	تاریخ گلدهی (day)
۳/۸a	۴/۰a	۳/۰ b	قدرت رشد ۱
۱۰۱ a	۹۸ b	۹۷ b	تاریخ رسیدن (day)
۴/۲a	۴/۰a	۲/۲ b	قدرت رشد ۲
۳۷ a	۳۴ b	۳۴ b	دوره پر شدن دانه (day)
۲۶/۳a	۲۵/۳a	۲۲/۴ b	ارتفاع بوته (cm)
۳۳/۴a	۳۳/۳a	۳۳/۵ a	وزن صد دانه (gr)
۲/۴۰a	۲/۰۳b	۱/۵۰ c	عملکرد زیست توده ($t \cdot ha^{-1}$)
۱/۰۶a	۰/۹۲۵a	۰/۶۵۲b	عملکرد دانه ($t \cdot ha^{-1}$)
۴۷/۳ a	۵۰/۱ a	۴۸/۱ a	شاخص برداشت (%)

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ردیف، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

مقادیر سه صفت تاریخ رسیدن، طول دوره پر شدن دانه و ارتفاع بوته کمتر بود (از ۴ درصد تا ۱۷ درصد) (جدول ۴). عملکرد دانه نخود در اثر تنش خشکی بین ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش یافت [۲۸] که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد.

اثر متقابل سال و سطح تنش فقط بر دو صفت قدرت رشد بوته در مرحله اول یادداشت‌برداری و وزن صد دانه معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲). اثر ساده عامل ژنوتیپ بر تمامی صفات مورد مطالعه به غیر از قدرت رشد بوته در مرحله گلدهی (GV1) از نظر آماری معنی‌دار ($P \leq 0.01$) بود (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی و ۹۰ درصد رسیدگی، قدرت رشد در مرحله دوم اندازه‌گیری (GV2)، ارتفاع بوته و عملکرد زیست توده آفتاب خشک

به‌طوری که در مقایسات میانگین به روش دانکن ($P \leq 0.05$) تفاوت بین سطوح این عامل معنی‌دار و آبیاری در یک نوبت با کمترین میانگین و آبیاری در سه نوبت با بیشترین میانگین در کلاس‌های آماری متفاوتی گروه‌بندی شدند (جدول ۴). با تشدید تنش کم آبی در نخود برخی صفات زراعی نظیر تاریخ رسیدن، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و بیوماس کاهش یافت که با نتایج این بررسی مطابقت داشت [۲۲].

در بین صفات مورد بررسی، مقادیر سه صفت قدرت رشد بوته در مرحله دوم اندازه‌گیری (GV2)، عملکرد دانه و عملکرد زیست توده در تیمار سه بار آبیاری در مقایسه با تیمار یک‌بار آبیاری به ترتیب دارای افزایشی معادل ۹۱ درصد، ۶۳ درصد و ۶۰ درصد بودند (مهمترین صفات متأثر از تنش خشکی) و در مقایسه با آن‌ها، افزایش در

اثر اندازه بذر بر عملکرد، ویژگی‌های زراعی و تحمل به تنش خشکی نخود

درصد معنی‌دار ($P \leq 0.01$) و بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). یعنی ژنوتیپ‌های مختلف در سال‌های متفاوت وضعیت‌های یکسانی از نظر صفات مذکور نداشتند. نتایج مقایسه میانگین صفات مذکور (اثر متقابل سال و ژنوتیپ) در جدول ۶ آمده است و نشان می‌دهد که لاین "ILC 482" در تمامی سال‌های آزمایش زود گل‌ترین و زودرس‌ترین ژنوتیپ بود (دارای کمترین فاصله زمانی از کاشت تا ظهور ۵۰ درصد گل‌ها و ۹۰ درصد رسیدگی). بیشترین طول دوه پر شدن دانه در سال اول، دوم و سوم به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های "بومی ترکیه"، "آرمان" و "آزاد" بود. در تمامی سال‌های آزمایش ژنوتیپ "بومی ترکیه" دارای بیشترین وزن صد دانه بود. در سال‌های اول و دوم لاین "ILC 482" و در سال سوم، رقم "آرمان" عملکرد دانه بیشتری داشت (جدول ۶).

متعلق به رقم "آرمان" بود. لاین "ILC 482" با متوسط ۹۴۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود که به همراه ارقام "آزاد" و "آرمان" به ترتیب با ۹۱۰ و ۸۹۰ کیلوگرم در هکتار در یک گروه دسته‌بندی شدند. کمترین عملکرد دانه و زیست‌توده متعلق به توده بومی ترکیه بود که در گروه پایین‌تری قرار داشت. در اغلب مطالعات انجام شده روی ژنوتیپ‌های نخود در مناطق مختلف، تفاوت‌های آماری معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات و ویژگی‌های زراعی و عملکرد دانه گزارش شده است [۱۳، ۱۴ و ۳۵] که با نتایج این بررسی مطابقت دارد. بر مبنای جمع‌بندی کلیه صفات مورد مطالعه و بر اساس روش رتبه‌بندی، رقم "آزاد" با کمترین میانگین رتبه (۱/۳۵) نسبت به سایر ژنوتیپ‌های آزمایش برتر بود (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل سال و ژنوتیپ بر تاریخ گل‌دهی، تاریخ رسیدن، طول دوره پر شدن دانه و وزن صد دانه از نظر آماری در سطح یک

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

ژنوتیپ	ژنوتیپ			
	بومی ترکیه	ILC 482	آزاد	آرمان
تاریخ گل‌دهی (day)	۶۴ b	۶۳ b	۶۳ b	۶۵ a*
قدرت رشد ۱	۳/۸ a	۳/۴ a	۳/۶ a	۳/۴ a
تاریخ رسیدن (day)	۹۹ a	۹۸ b	۹۸ b	۹۹ a
قدرت رشد ۲	۳/۵ b	۳/۲ b	۳/۲ b	۴/۰ a
دوره پر شدن دانه (day)	۳۶ a	۳۵ b	۳۵ b	۳۴ b
ارتفاع بوته (cm)	۲۵/۴ a	۲۳/۵ b	۲۴/۱ ab	۲۵/۶ a
وزن صد دانه (gr)	۴۰/۴ a	۳۱/۱ c	۳۲/۱ b	۲۹/۸ d
عملکرد زیست توده ($t. ha^{-1}$)	۱/۸۲ b	۲/۰۱ a	۱/۹۷ a	۲/۰۳ a
عملکرد دانه ($t. ha^{-1}$)	۰/۷۹۰ b	۰/۹۴۰ a	۰/۹۱۰ a	۰/۸۹۰ a
شاخص برداشت (%)	۴۷/۴ b	۵۰/۴ a	۴۹/۷ a	۴۶/۶ b
میانگین رتبه	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۳۵	۱/۷۰

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ردیف، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سال و ژنوتیپ بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

سال	ژنوتیپ	صفت			
		تاریخ گلدهی (day)	تاریخ رسیدن (day)	دوره پر شدن دانه (day)	وزن صد دانه (gr)
اول	آرمان	۷۰ a*	۱۰۲ b	۳۲ g	۲۹/۶ e
اول	آزاد	۶۸ bc	۱۰۲ b	۳۴ ef	۳۳/۰ c
اول	ILC 482	۶۶ f	۱۰۱ c	۳۵ cd	۳۱/۵ d
اول	بومی ترکیه	۶۶ f	۱۰۴ a	۳۸ a	۴۲/۱ a
دوم	آرمان	۵۶ g	۹۳ d	۳۷ ab	۳۱/۹ d
دوم	آزاد	۵۵ gh	۹۱ e	۳۶ bc	۳۳/۹ c
دوم	ILC 482	۵۵ gh	۹۱ e	۳۵ cd	۳۳/۳ c
دوم	بومی ترکیه	۵۶ g	۹۲ d	۳۶ bc	۴۲/۸ a
سوم	آرمان	۶۹ b	۱۰۲ b	۳۳ fg	۲۷/۸ f
سوم	آزاد	۶۷ de	۱۰۲ b	۳۴ ef	۲۹/۵ e
سوم	ILC 482	۶۷ de	۱۰۱ c	۳۳ fg	۲۸/۶ f
سوم	بومی ترکیه	۶۸ bc	۱۰۲ b	۳۴ ef	۳۶/۴ b

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

به‌طور کلی مقدار عملکرد دانه تمامی ژنوتیپ‌های آزمایش در سال سوم نسبت به سال اول و دوم کمتر بود (جدول ۶). با وجود این‌که مجموع بارندگی سالیانه در سال سوم تقریباً معادل سال اول بود (جدول ۱)، ولی به نظر می‌رسد، عامل مهمی که در این امر دخالت داشته مقادیر بارش‌های نازل شده در طول فصل رشد و نمو گیاهان باشد (فروردین ماه لغایت تیر ماه) به‌نحوی که مقدار این بارندگی‌ها در سال‌های اول، دوم و سوم به ترتیب ۱۹۳، ۱۱۵/۷ و ۹۲/۹ میلی‌متر بود (جدول ۱).

اثر متقابل سطح تنش (تعداد آبیاری) و ژنوتیپ بر تاریخ رسیدن، عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه از نظر آماری معنی‌دار ($P \leq 0.05$) بود (جدول ۲). یعنی تأثیر سطوح مختلف تنش بر ژنوتیپ‌های متفاوت یکسان نبود. نتایج مقایسه میانگین صفات مذکور در نتیجه اثر متقابل سطح تنش و ژنوتیپ در جدول ۷ آمده است. نتایج نشان داد که لاین "ILC 482" تحت هر سه شرایط رطوبتی (یک‌بار آبیاری در زمان کشت، دو و سه بار آبیاری) زودرس‌ترین ژنوتیپ آزمایش بود. همچنین، لاین مذکور در شرایط تنش شدید رطوبتی (یک‌بار آبیاری در زمان کشت) و شرایط بدون تنش رطوبتی (سه بار آبیاری) بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. رقم "آزاد" در شرایط تنش رطوبتی ملایم (دو بار آبیاری) دارای بیشترین عملکرد دانه و زیست‌توده بود (جدول ۷). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سه جانبه سال و تعداد آبیاری و ژنوتیپ فقط بر شاخص برداشت و در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین شاخص برداشت متعلق به رقم "آزاد" در سال دوم و تیمار دو بار آبیاری و برابر ۶۴ درصد و کمترین شاخص برداشت (۳۶ درصد) متعلق به رقم "آرمان" در سال اول و تیمار یک نوبت آبیاری در زمان کاشت بود.

اثر اندازه بذر بر عملکرد، ویژگی‌های زراعی و تحمل به تنش خشکی نخود

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل سطح تنش و ژنوتیپ بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

صفت		تاریخ رسیدن (day)	ژنوتیپ	سطح تنش (تعداد آبیاری)
عملکرد زیست توده (t. ha ⁻¹)	عملکرد دانه (t. ha ⁻¹)			
۰/۶۵۰ g	۱/۵۵ e	۹۸ cd	آرمان	۱
۰/۶۵۰ g	۱/۴۴ e	۹۶ e	آزاد	۱
۰/۶۹۰ fg	۱/۵۳ e	۹۶ e	ILC 482	۱
۰/۶۲۰ g	۱/۴۷ e	۹۸ cd	بومی ترکیه	۱
۰/۹۰۰ de	۲/۰۳ cd	۹۸ cd	آرمان	۲
۱/۰۴ bc	۲/۲۳ bc	۹۸ cd	آزاد	۲
۰/۹۶۰ cd	۲/۰۱ cd	۹۷ de	ILC 482	۲
۰/۸۰۰ ef	۱/۸۴ d	۹۸ cd	بومی ترکیه	۲
۱/۱۲ ab	۲/۵۱ a	۱۰۱ a	آرمان	۳
۱/۰۳ bc	۲/۲۶ b	۱۰۰ b	آزاد	۳
۱/۱۷ a	۲/۵۰ a	۹۹ bc	ILC 482	۳
۰/۹۴۰ cd	۲/۱۶ bc	۱۰۲ a	بومی ترکیه	۳

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

و همچنین ارتفاع بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت اثرات معنی‌داری داشت [۱۵]. همچنین تأثیر اندازه بذر بر عملکرد و اجزای آن از قبیل ارتفاع گیاه، میزان استقرار در مزرعه و وزن صد دانه در سایر گیاهان نیز گزارش شده است [۳۰ و ۳۲].

نتایج مقایسه میانگین‌های صفات متأثر از اندازه بذر در این بررسی در جدول ۸ آمده است. بذور با اندازه ریز (قطر کمتر از شش میلی‌متر) از کمترین مقادیر قدرت رشد در مراحل مختلف اندازه‌گیری (GV1 و GV2)، کمترین وزن صد دانه، عملکرد زیست‌توده و دانه برخوردار بود و در مقایسه میانگین‌ها در رتبه پایین‌تری نسبت به دو اندازه دیگر بذر (متوسط و درشت) قرار گرفتند. نتایج برخی

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۲) نشان داد که اندازه بذر بر روی پنج صفت قدرت رشد در مرحله گلدهی و رسیدن (GV1 و GV2)، وزن صد دانه، عملکرد زیست توده آفتاب خشک و عملکرد دانه از نظر آماری تأثیر معنی‌دار ($P \leq 0.01$) و بر سایر صفات اثری نداشت. نتایج بررسی‌های به‌عمل آمده در نخود نیز نشان داد که اندازه بذر بر وزن صد دانه و عملکرد دانه در واحد سطح اثر معنی‌داری داشت، ولی ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته، ارتفاع اولین نیام از سطح خاک و عملکرد تک بوته تحت تأثیر اندازه بذر قرار نگرفت که در برخی موارد با نتایج این پژوهش مطابقت داشت [۳۵]. نتیجه پژوهشی در هندوستان نشان داد که اندازه بذر در نخود بر عملکرد دانه و بیوماس

بررسی عملکرد دانه به‌عنوان مهمترین هدف اقتصادی از کشت و کار نخود دیم در این پژوهش نشان داد که، بین عملکرد تولیدی از بذوری با اندازه متوسط (قطر شش تا هشت میلی‌متر) و بذوری با اندازه درشت (قطر بیش از هشت میلی‌متر) از نظر آماری اختلافی وجود نداشت و هر دو اندازه بذر با توانایی تولید عملکرد ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسات به روش دانکن در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۸).

نتایج مطالعات انجام شده در نخود نشان داد که، هرچند بین عملکرد دانه حاصل از بذر با اندازه ریز، متوسط و درشت تفاوت‌های آماری معنی‌داری وجود داشت و بیشترین عملکرد دانه متعلق به بذوری با اندازه درشت (۱۵۰۶ کیلوگرم در هکتار) بود، ولی تفاوت بین عملکرد بذور درشت و متوسط (۱۴۰۹ کیلوگرم در هکتار) از نظر آماری معنی‌دار نبود [۳۵] که با نتایج این بررسی در مورد عدم وجود تفاوت معنی‌دار آماری بین عملکرد بذور با اندازه درشت و متوسط مطابقت داشت. نتایج مطالعات انجام شده توسط سایر پژوهشگران نیز مؤید تولید عملکرد دانه کمتر در نخود در اثر کشت بذوری با اندازه ریز است [۱۰] که نتایج این پژوهش را تایید می‌کند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دو جانبه سال و اندازه بذر بر ارتفاع بوته معنی‌دار و بر صفات وزن صد دانه، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر متقابل تعداد آبیاری (سطح تنش) و اندازه بذر بر هیچ‌یک از صفات و ویژگی‌های مورد مطالعه در این بررسی از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر سه جانبه سال، تعداد آبیاری (سطح تنش) و اندازه بذر فقط بر دو صفت عملکرد زیست توده و دانه و به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر دو جانبه ژنوتیپ و اندازه بذر بر سه صفت وزن صد دانه، عملکرد زیست‌توده

پژوهش‌ها نیز موید تولید بذر ریزتر (وزن صد دانه کمتر) و عملکرد کمتر در نتیجه کشت بذور ریز در نخود نسبت به کشت بذوری با اندازه متوسط و درشت است [۳۵] که با نتایج این بررسی مطابقت داشت. همچنین، گزارش شده است که بیشترین وزن صد دانه و بیوماس در نخود از کشت بذوری با اندازه متوسط حاصل گردید و کشت بذور ریز منجر به تولید بیوماس کمتر و نیز بذوری با وزن صد دانه کمتر گردید [۱۵ و ۳۵]. نتایج حاصل از پژوهشی روی ۵ ژنوتیپ نخود در هندوستان نشان داد که کشت بذوری با اندازه بزرگ در مقایسه با بذور ریز، موجب تولید گیاهانی با ارتفاع بوته و وزن صد دانه بیشتر شد و نیز عملکرد حاصل از بذر درشت در واحد سطح بیشتر از بذوری با اندازه ریز و متوسط است. در تحقیق مذکور مشخص گردید که، اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر تاریخ گل‌دهی در نخود نداشت [۱۵] که در برخی موارد با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. گزارش‌هایی نیز مبنی بر عدم اثر معنی‌دار اندازه بذر نخود بر عملکرد دانه وجود دارند [۱۳ و ۱۵] که با نتایج این بررسی مغایرت دارد.

نتایج بررسی‌های به‌عمل آمده در گلرنگ تحت شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی نشان داد که ارقامی با بذور درشت‌تر، توانایی درصد جوانه‌زنی بیشتر، تولید گیاهچه‌هایی با درصد سبز شدن بیشتر، زمان کوتاه‌تر تا رسیدن به مرحله ۵۰ درصد جوانه‌زنی و قدرت بذر (ویگور) بالاتری داشت و عملکرد بیشتری نیز نسبت به ارقامی با بذور ریزتر مشاهده شد [۱۸]. همچنین در نخود فرنگی نیز نتایج مشابهی گزارش شده است [۳۰] که تا حدودی نتایج این بررسی را تایید می‌کند. گزارش شده است که بذور درشت‌تر در سویا موجب فراهم کردن انرژی لازم برای رشد اولیه گیاهچه‌ها و رشد و نمو مطلوب آنها و افزایش عملکرد گردید [۳۰]. اما، بر اساس برخی گزارشات اندازه بذر بر عملکرد لوبیا تأثیری نداشت [۲۹].

اثر اندازه بذر بر عملکرد، ویژگی‌های زراعی و تحمل به تنش خشکی نخود

آفتاب خشک و دانه از نظر آماری بسیار معنی‌دار بود (جدول ۲). بر مبنای نتایج حاصل از مقایسات میانگین سه صفت مذکور بیشترین وزن صد دانه مربوط به اندازه بذور متوسط و درشت در "توده بومی ترکیه" (۴۱/۱ گرم) و کمترین وزن صد دانه متعلق به اندازه بذور ریز در رقم "آرمان" (۲۹/۲ گرم) بود. در تمامی ژنوتیپ‌های تحت بررسی بذوری با اندازه کوچک، دانه‌هایی با وزن صد دانه کمتر تولید نمودند و برعکس، بذوری با اندازه بزرگتر توانایی تولید دانه‌های درشت‌تری داشتند. همچنین بیشترین عملکرد زیست‌توده آفتاب خشک متعلق به بذور درشت رقم "آرمان" و برابر ۲/۱۴۰ تن در هکتار و کمترین مقدار این صفت نیز متعلق به اندازه بذر درشت در "توده بومی ترکیه" و برابر ۱/۷۶ تن در هکتار بود که در مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در کلاس‌های آماری متفاوتی قرار داشتند. بیشترین عملکرد دانه (۹۹۰ کیلوگرم در هکتار) متعلق به بذور درشت لاین "ILC 482" و کمترین مقدار آن نیز متعلق به اندازه بذور درشت در "توده بومی ترکیه" و برابر ۷۶۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۹).

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر اندازه بذر بر بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

صفت	اندازه بذر		
	ریز	متوسط	درشت
تاریخ گلدهی (day)	۶۴ a*	۶۴ a	۶۴ a
قدرت رشد ۱	۳/۳ b	۳/۵ b	۳/۹ a
تاریخ رسیدن (day)	۹۸ a	۹۸ a	۹۹ a
قدرت رشد ۲	۳/۲ b	۳/۶ a	۳/۶ a
دوره پر شدن دانه (day)	۳۵ a	۳۵ a	۳۵ a
ارتفاع بوته (cm)	۲۵ a	۲۴/۵ a	۲۵ a
وزن صد دانه (gr)	۳۲/۳ c	۳۳/۵ b	۳۴/۳ a
عملکرد زیست توده ($t. ha^{-1}$)	۱/۸۹ b	۲/۰۰ a	۱/۹۹ a
عملکرد دانه ($t. ha^{-1}$)	۰/۸۴۲ b	۰/۹۰۱ a	۰/۹۰۰ a
شاخص برداشت (%)	۴۷/۹۰ a	۴۹/۰ a	۴۸/۷۰ a
میانگین رتبه	۱/۶۰	۱/۲۰	۱/۰۰

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ردیف، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل اندازه بذر و ژنوتیپ بر صفات و ویژگی‌های زراعی نخود

صفت			ژنوتیپ	اندازه بذر
عملکرد دانه (t. ha ⁻¹)	عملکرد زیست توده (t. ha ⁻¹)	وزن صد دانه (gr)		
۰/۸۰۰ ef	۱/۸۵ de	۲۹/۲ h	آرمان	ریز
۰/۹۲۰ bcd	۲/۱۰ a	۳۰/۰ g	آرمان	متوسط
۰/۹۵۰ abc	۲/۱۴ a	۳۰/۱ fg	آرمان	درشت
۰/۸۹۰ cd	۱/۹۵ bc	۳۰/۸ ef	آزاد	ریز
۰/۹۴۰ abc	۲/۰۵ ab	۳۱/۹ d	آزاد	متوسط
۰/۸۹۰ cd	۱/۹۲ cd	۳۳/۷ c	آزاد	درشت
۰/۸۷۰ de	۱/۸۹ d	۳۰/۱ fg	ILC 482	ریز
۰/۹۶۰ ab	۲/۰۳ ab	۳۱/۰ e	ILC 482	متوسط
۰/۹۹۰ a	۲/۱۲ a	۳۲/۳ d	ILC 482	درشت
۰/۸۲۰ ef	۱/۸۸ d	۳۹/۰ b	بومی ترکیه	ریز
۰/۷۸۰ f	۱/۸۳ de	۴۱/۱ a	بومی ترکیه	متوسط
۰/۷۶۰ f	۱/۷۶ e	۴۱/۱ a	بومی ترکیه	درشت

* میانگین‌های دارای حرف مشترک در یک ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

معنی‌داری (سطح احتمال ۵ درصد) داشت و بقیه صفات تحت تأثیر آن قرار نگرفتند (جدول ۲).

نتایج مربوط به برآورد سه شاخص میانگین حسابی (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و تحمل به تنش خشکی (STI) در این آزمایش نشان داد که بذور با اندازه متوسط و درشت (بر مبنای شاخص میانگین حسابی) و بذور درشت بر اساس دو شاخص STI و GMP در برابر تنش خشکی متحمل‌تر و بذور ریز به علت داشتن مقادیر پایین شاخص‌های مذکور حساس‌تر به تنش بودند (جدول ۱۰).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، وزن صد دانه تنها صفت متأثر از اثرات سه جانبه سال، ژنوتیپ و اندازه بذر در این آزمایش بود و اثر سه جانبه سطح تنش، ژنوتیپ و اندازه بذر بر هیچ‌یک از صفات مورد بررسی از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). این امر بدان معناست که بذوری با اندازه‌های مختلف در ژنوتیپ‌های متفاوت آزمایشی، در سطوح متغیر تنش خشکی واکنش‌های نسبتاً یکسانی داشتند. همچنین نتایج نشان داد که اثر چهار جانبه سال، سطح تنش، ژنوتیپ و اندازه بذر فقط بر سه صفت وزن صد دانه، عملکرد زیست توده و عملکرد دانه تأثیر

اثر اندازه بذر بر عملکرد، ویژگی‌های زراعی و تحمل به تنش خشکی نخود

جدول ۱۰. نتایج حاصل از برآورد شاخص‌های تحمل به تنش خشکی اندازه‌های بذر

اندازه بذر	عملکرد پتانسیل (t. ha ⁻¹)	شاخص‌های تحمل به تنش					
		عملکرد تحت تنش (t. ha ⁻¹)	SSI	TOL	MP	STI	GMP
ریز	۱/۰۳۰	۰/۶۱۰	۱/۰۶۳	۰/۴۲	۰/۸۲	۰/۵۵۹	۰/۷۹۳
متوسط	۱/۱۰۰	۰/۶۶۰	۱/۰۴۲	۰/۴۴	۰/۸۸	۰/۶۴۶	۰/۸۵۲
درشت	۱/۰۶۰	۰/۶۹۰	۰/۹۰۹	۰/۳۷	۰/۸۸	۰/۶۵۱	۰/۸۵۵

منابع

۱. ارادتمند اصلی د و مهرپناه ح (۱۳۸۸) زراعت حبوبات و تثبیت نیتروژن. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه. ۲۸۹ صفحه.
۲. بی‌نام (۱۳۹۱) آمارنامه کشاورزی (جلد اول: محصولات زراعی). انتشارات دفتر آمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.
۳. پارسا م و باقری ع ر (۱۳۸۷) حبوبات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۲۴ صفحه.
۴. سرمدنیا غ ح و قربانی ع (۱۳۶۷) بررسی مقاومت به خشکی توده‌های مختلف گندم دیم در مرحله جوانه‌زنی. مجموعه مقالات و نتایج کنفرانس تحقیقات و بررسی مسائل دیم در ایران. ۵۷-۸۰.
۵. صادق‌زاده اهری د، حسندخت م، کاشی ع ک و عمری ا (۱۳۹۳) تنوع ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی برخی صفات مورفولوژیک شنبلیله تحت شرایط آبیاری محدود. به‌نژادی نهال و بذر. ۳۰: ۳۸۳-۳۹۷.
۶. غفاری ع ع (۱۳۸۷) راهکارهای افزایش تولید در دیم‌زارهای کشور. نشر آموزش کشاورزی. ۹۱ صفحه.
۷. کافی م، نظامی ا، حسینی ح، و معصومی ع (۱۳۸۴) اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن

با توجه به این نتایج و با در نظر گرفتن نتایج حاصل از رتبه‌بندی کلیه صفات و ویژگی‌های مورد مطالعه در این پژوهش (جدول ۸) می‌توان اظهار داشت که بذر درشت‌تر نخود از تحمل و مقاومت بیشتری نسبت به تنش خشکی در شرایط مزرعه‌ای برخوردارند. طبق نظر برخی محققین، کاشت بذر درشت و متوسط سبب توانایی سبز و استقرار مطلوب گیاه در شرایط مزرعه شده و این امر موجب بهبود واکنش گیاه در برابر شرایط نامساعد محیطی (تنش) می‌گردد [۱۶، ۱۹، ۳۰ و ۳۴]. در برخی موارد گزارش شده است که بذر ریزتر نخود دارای تحمل بیشتری در برابر تنش شوری می‌باشند [۱۷].

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش برای تولید بیشتر نخود دیم در واحد سطح و مقابله با اثرات تنش خشکی، کشت بذوری با اندازه بیش شش میلی‌متر توصیه می‌شود. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این بررسی، استفاده از رقم نخود "آزاد" برای کشت در مزارع دیم نخود به‌منظور افزایش تولید در واحد سطح به دلیل توانایی آن در تحمل تنش خشکی توصیه می‌گردد. همچنین با توجه به کاستی‌های این بررسی، استفاده از تعداد بیشتری ژنوتیپ برای تعیین دقیق‌تر اثرات اندازه بذر نخود بر تحمل به تنش خشکی و عملکرد دانه پیشنهاد می‌گردد.

- drought phenotyping during molecular breeding. Trends in Plant Sciences. 14(9):488-496.
17. Kaya M, Kaya G, Kaya MD, Atak M, Saglam S, Khawar KM and Ciftci CY (2008) Interaction between seed size and NaCl on germination and early seedling growth of some Turkish cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Zhejiang University Science. 9(5):371-377.
18. Mirshekarnezhad B, Abbas Akbari G, Ali Akbari G, and Sadeghi H (2013) Affiliation of seed size with germination aspects and morphological traits in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Cereals and Oilseeds. 4(5):58-64.
19. Monpara BA and Gaikwad SR (2013) Combining high seed number and weight to improve seed yield potential of chickpea in India African Crop Science Journal. 22(1):1 – 7.
20. Morrison MJ and Xue AG (2007) The influence of seed size on soybean yield in short- season region. Canadian Journal of Plant Science. 87: 89-91.
21. Mounzperia CG, Teran H, Allen RG, Wright JL, Westermann DT and Singh SP (2006) Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. Crop Sciences. 46:2111-2120.
22. Nayyar H, Singh S, Kaur S, Kumar S and Upadhyaya HD (2006) Differential sensitivity of macrocarpa and microcarpa types of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to water stress: association of contrasting stress response with oxidative injury. Journal of Integrative Plant Biology. 48:1318-1329.
23. Perry DA (1980) Seed vigour and seedling establishment. Advances in Research and Technology of Seeds. 5: 25-40.
24. Rezapour R, Kazemi-arbat H, Yarnia M, and Zafarani-Moattar P (2013) Effect of seed size on germination and seed vigor of two soybean (*Glycin max* L.) cultivars. International Research Journal of Applied and Basic Sciences. 4 (11): 3396-3401.
- گلايکول ۶۰۰۰ بر جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های عدس. پژوهش‌های زراعی ایران. ۳: ۸۰-۶۹.
۸. مرادی ر، علی‌زاده ی، نظامی ا، و عشقی‌زاده ح (۱۳۹۲) بررسی تاثیر اندازه بذر در شرایط تنش خشکی بر جوانه زنی و خصوصیات رشد گیاهچه عدس (*Lens culinaris* Medik.). پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۱(۳): ۳۷۷-۳۸۹.
9. Anonymous (2013) Food outlook, global market analysis. [http://www.fao.org/food outlook.com](http://www.fao.org/food-outlook).
10. Esser D, Ukur A and Sait AM (1991) Effect of seed size on yield and yield components in chickpea. International Chickpea Newsletter. 25:13-15.
11. Fernandez GCJ (1992) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of a symposium, Taiwan, 13-18 Aug. Chapter 25: 257-270.
12. Fisher RA and Maurer R (1978) Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research. 30:801.
13. Gan YT, Miller PR and McDonald CL (2003) Response of kabuli chickpea to seed size and planting depth. Canadian Journal of Plant Sciences. 83:39-46.
14. Gnyandev B (2009) Seed technological studies in chickpea varieties (*Cicer arietinum* L.). University of Agricultural Sciences, Dharwad, India, Ph.D. Dissertation.
15. Gul R, Ahmad G, Abbas Khan S, Ullah H, Shah K, Safi MI, Kakakhel A, Hussain S, Khan Y and Ali A (2015) Effect of seeds size on yield and yield components of chickpea (*Cicer arietinum*). Journal of Bio-Molecular Sciences. 3(2):56-65.
16. Hosseini Salekdeh G, Reynolds M, Bennett J and Boyer J (2009) Conceptual framework for

25. Rosielle AA and Hamblin J (1981) Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*. 21:943-946.
26. Royo C, Ramdani A, Moragues M, and Villegas D (2006) Durum wheat under Mediterranean conditions as affected by seed size. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 192: 257-266.
27. Sandhu JS, Gupta SK, Kaur P, Singh P, Kaur G, Kaur R, Kumar A, and Bhardwaj R (2012) Impact of seed size on seed yield of kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Food Legumes*. 25(3):235-236.
28. Saxena N.P, Narayanan A, and Sheldrake AR (1981) Effect of seed grading on the yields of chickpea and pigeon pea. *Indian Journal of Agricultural Science*. 51(10): 699:102.
29. Sexton PJ, White JW, and Boote KJ (1994) Yield-determining processes in relation to cultivar seed size of common bean. *Crop Science*. 34:84-91.
30. Singh JN, Tripathi SK, and Negi PS (1972) Note on the effect of seed size on germination, growth and yield of soybean (*Glycine max* L.). *Indian Journal of Agricultural Science*. 42(1):83-86.
31. Singh NI, Ali S, and Chauhan JS (2009) Effect of seed size on quality within seed lot of pea and correlation of standard germination, vigour with field emergence test. *Nature and Science*. 7(4):72-78.
32. Stougaard R N and Xue Q (2004) Spring wheat seed size and seeding rate effects on yield loss due to wild oat (*Avena fatua*) interference. *Weed Science*. 52: 133-141.
33. Tawaha A M and Turk MA (2004) Field pea seeding management for semi-arid Mediterranean conditions. *Journal of Agronomy and Crop Sciences*. 190: 86-90.
34. Toker C and Cagirgan MI (2004) The use of phenotypic correlations and factor analysis in determining characters for grain yield selection in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Hereditas*. 140: 226-228.
35. Tuba Biçer B (2009) The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. *African Journal of Biotechnology*. 8(8):1482-1487.