"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دوم، شماره1، بهار و تابستان 92
شماره صفحه: 7 - 1

تأثیر اندازه بذر بر درصد ظهور، استقرار گیاهچه و برخی خصوصیات کمّی گلرنگ در شرایط مزرعه

بابک میرشکارنژاد[1]، حسین صادقی[*2]، غلامعباس اکبری[3] و فاطمه دوروشی[4]

1- دانش آموخته دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان
2- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر ونهال
3- دانشیار دانشگاه تهران ، پردیس ابوریحان
4- کارشناس موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر ونهال

چکیده

به منظور بررسی تأثیر اندازه بذر بر درصد ظهور، استقرار گیاهچه و برخی از صفات کمی چهار رقم گلرنگ (گلدشت، پدیده، محلی اصفهان و سینا) در سه اندازه بذر(ریز: 3-2 میلی‌متر، درشت: بزرگتر از 3 میلی‌متر و شاهد: بدون تفکیک)، تحقیقی طی سال‌های 1388-1387 در مزرعه مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج انجام شد. بذرها به‌ترتیب آزمایش فاکتوریل(3×4) بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه‌تکرار کاشته شدند. نتایج بیانگر اختلاف‌های معنی‌داری بین ارقام به‌استثنای تعداد بوته درکرت بود. به‌طوری که رقم پدیده و گلدشت نسبت به ارقام دیگر از وضعیت بهتری برخوردار بودند. همچنین بین اندازه های مختلف بذر تفاوت‌های معنی‌داری نمایان شد. مطابق با مقایسه میانگین، بذرهای درشت با بیشترین درصد ظهور(80/75 درصد)، وزن هزاردانه(51/96 گرم) و عملکرد دانه(230/75 گرم در مترمربع) در مقایسه با بذر های شاهد وریز برتر بودند. به دلیل نمایش بهتر رقم پدیده و گلدشت برای اکثر صفات مورد بررسی، همچنین ایجاد گیاهچه‌های قوی توسط بذرهای درشت، استفاده از ارقام با اندوخته غذایی کافی و انتخاب بذرهای درشت با پتانسیل جوانه‌زنی بیشتر برای رسیدن به عملکرد بالا و استقرار مناسب گیاهچه توصیه می شود.

کلمات کلیدی: اندازه بذر، درصد ظهور گیاهچه، عملکرد دانه، گلرنگ

---

*نویسنده مسئول: حسین صادقی، کرج- بلوار نبوت –نبش خیابان کلکسیون - موسسه تحقیقات و گواهی بذر و نهال- ص پ: 1516-31535
E-mail: h.sadeghi@areo.ir
تاریخ دریافت: 91/8/1
تاریخ تصویب: 91/11/24

مقدمه

بذر اساس تولیـد محصولات کشاورزی است و به‌عنوان اولین نهاده مصرفی، نقش غیرقابل انکاری در انتقال صفات ژنتیکی و افزایش کیفی و کمی محصول دارد. تأمین بذرهای باکیفیت مطلوب از ضروریات مهـم برای افـزایش تـولیـد محصـولات کشـاورزی می باشد و ارتقـــاء کیفیـت و تهیـه بـذرهـای بـا استانداردهای مطلوب همـواره مـورد نظـر محققیـن بـوده است (Sarmadnia, 1996; Rastegar, 1997).

بذرهای با کیفیت پایین ممکن است به دوطریق بر عملکرد نهایی اثرگذار باشند. اول آن که درصد گیاهچه های ظاهر شده در مزرعه می تواند به پایین تر از حد مطلوب برسد، دوم آن که ممکن است سرعت رشد گیاهچه در چنین گیاهانی کم تر از سرعت رشـد گیاهان حاصل از بذرهای قوی باشد که در نتیجه بر استقرار گیاه و یکنواختی پوشش سبز مـزرعه تاثیر می گذارد (Roberts and Osei-Bonsu, 1988).

به طـور کلی تنش های محیطی در مراحل اولیـه رشـــد سبـب اختلاف در سرعت و میزان ظاهرشدن بـذر مـی گـردد ولی ممکن است باعث اختلاف در یکنواختـی رشـد گیاه و در برخی گونه ها ایجاد اختلاف در رشد رویشی و زایشی گیاه نیز گردد (Dehghan shoar *et al*., 2005). همچنین هوای بدون ابر و وجود باد پس از کاشت ممکن است باعث تشکیل سله خاک شود و از ظاهر شدن جلوگیری کند. تشکیـل سله یک مسألـه جدی در خاک سرد به شمار می رود. دراین حالت دمای پایین، جوانه زنی و سبزشدن را کند می کند. بر عکس اگر در زمان کاشت، خاک گرم و سله نبندد میزان ظاهر شدن گیاهچه افزایش می یابد (Mike, 2004). تأثیر اندازه بـذر بر خصوصیات جوانه زنـی، رشد و عملکـرد گیاهان زراعی مختلف به‌طور وسیعی مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج حاصـل از این تحقیقـات بیانگـر آن است که بذرهای بزرگ تر به جوانه زنی بیشتر، رشد قوی تر گیاهچه و نهایتاً عملکرد بالاتر منجر می شوند (Khajehpour, 1994; Emam, 2004 and Erickson, 1946).در همین راستا آزمایشی که روی و همکاران (Roy *et al*., 2008) با عنوان تغییرات اندازه بذر برنج و تأثیرآن بر جوانه زنی انجام دادند، مشاهده کردند که سرعت جوانه زنی و مقدار شاخص بنیه گیاهچه با افزایش اندازه بذر زیاد شد. در مقابل سکستون و همکاران (Sexton *et al*., 1994) با مطالعه روی سویا و لوبیای معمولی متوجه شدند بذرهای ریز این دو گیاه نسبت به بذرهای درشت در مزرعه بهتر عمل کردند که دلیل آن را آسیب دیدگی کمتر بذرهای ریز در مزرعه عنوان کردند. از طرف دیگر مطالعات متعددی ثابت کرده است که اندازه مختلف بذر گندم ، سورگوم و سویا تأثیری بر عملکرد این محصولات نداشت (Suh *et al*,. 1974).

هلم و اسپایلد (Helm and Spilde, 1990) تأثیرفاکتور اندازه بذر در سه سطح کوچک، متوسط و بزرگ روی ظاهر شدن گیاهچه و عملکرد دانه جو و گندم بهاره را مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند که با افزایش اندازه بذر از کوچک به بزرگ تعداد بوته های استقرار یافته در گیاه زراعی جو از 26 به 28 و در گندم از 35 به 39 بوته بر فوت مربع افزایش نشان داد که در نتیجه آن عملکرد دانه نیز زیاد شد. خصوصیات کیفی تحت تأثیر نوع بذر و شرایط زراعی نیز قرار می‌گیرد. درشتی گیاهچه ها به اندازهٔ بذر و عمق کاشت آن نیز بستگی دارد. بدین صورت که هر چه بذرهای کاشته شده درشت تر باشند، گیاهچه ها بزرگ‌تر هستند. بر عکس، عمق زیادتر

کاشت باعث کوچک تر شدن اندازهٔ گیاهچه ها می شود(Emam, 2004). هلم و اسپایلد به نقل از روبرستون (Roberston, 1984) در مطالعه ای تأثیر وزن بذر و عمق کاشت روی عملکرد دانه گندم زمستانه را مورد بررسی قرار دادند و چنین نتیجه گیری کردند که با افزایش وزن دانه از 58 به 62 در کشت عمیق، عملکرد دانه 12 درصد و در عمق کاشت معمول 4 درصد افزایش نشان داد.

خاه وهمکاران (Khah, *et al.*, 1989) با مطالعه بر روی گندم مشاهده کردند که بذرهای گندم بهاره با بنیه پایین در تاریخ کاشت دیرتر از حد معمول یا در تراکم بوته کمتر عملکرد پایین تری تولید کردند. سینگ و کایلاساناتان (Singh and Kailasanathan, 1976) نیز بیان کردند بذرها بزرگ تر گندم بهاره تحت شرایط کشت دیر نسبت به بذور کوچک تر عملکرد بیشتری نشان دادند. در حالی که ماین و نفزیگر(Main and Nafziger, 1992) نتیجه گرفتند که اندازه بذر اثر کمی روی ظاهر شدن گیاهچه گندم زمستانه دارد.

دیمر و دی (Demir and Day, 2008) در آزمایش های خود بر روی ارتباط بین اندازه بذر و کلرید سدیم روی بنیه بذر و جوانه‌زنی دو رقم آفتابگردان گزارش کردند که در آزمون بنیه بذر با روش پیری تسریع شده روی ارقام ماسون[1] و سیرنا[2]، بذرهای درشت هر دو رقم نسبت به بذرهای ریز برتری نشان دادند. فرهودی و معتمدی (Farhoodi and Motamedi, 2010) در گزارش خود بیان کردند بین متوسط جوانه زنی بذرهای ریز و درشت گلرنگ در شرایط معمول تفاوت معنی داری وجود نداشت ولی در شرایط تنش رطوبتی متوسط جوانه زنی بذرهای درشت بیشتر بود. به طور کلی جوانه زنی و ظاهر شدن گیاهچه از مهم ترین مراحل رشدی گیاهان زراعی محسوب می گردند و نقش قابل توجهی بر مراحل بعدی رشد گیاه در مزرعه نیز خواهند داشت. این ویژگی که در ارتباط مستقیم با اندازه، توان و پتانسیل بذر است، در زراعت گلرنگ اهمیت بسیار دارد (Khajehpour, 1994; Sarmadnia, 1996 and Emam, 2004). بنابراین با توجه به تأثیر اندازه بذر در کاهش یا افزایش جوانه زنی بذر و ظاهر شدن، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثر اندازه بذر بر سرعت ظهور و استقرار گیاهچه و برخی خصوصیات کمی گلرنگ انجام گردید.

مواد و روش ها

این طرح در مزرعه مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج واقع در ابتدای جاده ماهدشت که با طول جغرافیایی 50 درجه و 58 دقیقه ، عرض جغرافیایی 35 درجه و 48 دقیقه و ارتفاع 1320 متر از سطح دریا قرار دارد انجام شد. آزمایش به‌صورت عاملی (فاکتوریل) 3×4 بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به‌اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل چهار رقم گلرنگ گلدشت، پدیده، محلی اصفهان و سینا در سه اندازه بذر ریز:3-2 میلی‌متر، درشت: بزگ تر از 3 میلی‌متر و شاهد: (بدون تفکیک اندازه) بودند.

پس از عملیات آماده سازی زمین ابتدا با استفاده از غربال‌های مناسب در دواندازه 2 و 3 میلی‌متر بذرهای هر رقم به دو گروه ریز و درشت تقسیم شدند. سپس بذرها در مزرعه کشت گردیدند. هر واحد آزمایشی شامل یک کرت به ابعاد 4× 2/5 متر شامل 5 خط

1. Muson
2. Sirena

کاشت به طول 4 متر و به فاصله 0/5 متر بود که روی هر خط تعداد 120 عدد بذر در عمق 3 سانتی‌متری کاشته شدند برای تعیین درصد و سرعت ظهور پس از شروع ظاهرشدن گیاهچه‌ها هر روز تعداد گیاهچه‌های ظاهر شده شمارش شدند تا زمانی که تعداد گیاهچه های ظاهر شده ثابت شدند و دیگر ظهور گیاهچه در مزرعه مشاهده نگردید. سپس با استفاده از رابطه زیر شاخص سرعت ظهور گیاهچه درمزرعه محاسبه گردید. سرعت ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه Field Emergence Rate (FER) با استفاده از رابطه (1) تعیین گردید:

(رابطه1) :

$$FER = \frac{\text{درصد نهایی ظهور گیاهچه‌ها}}{\text{تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت}}$$

همچنین به منظور بررسی تأثیر اندازه بذر بر عملکرد و اجزاء عملکرد گلرنگ در آخر فصل از هر کرت با حذف خطوط حاشیه یک نمونه یک متر مربعی تعیین شد و حدود 16 بوته از این مساحت برداشت و پس از جداسازی 3 بوته به صورت تصادفی، صفاتی مانند تعداد طبق در هر بوته، تعداد دانه در هرطبق، قطرطبق (میلی متر)، وزن هزاردانه (گرم) و عملکرد دانه (گرم در مترمربع) اندازه گیری شدند. آزمون نرمال بودن داده‌های یادداشت برداری شده انجام و تبدیل داده‌ها به روش رادیکالی صورت پذیرفت. سپس کلیه داده‌ها، بوسیله نرم افزار SAS (V, 9.0) و MSTA-C (V, 2.10) تجزیه و تحلیل آماری شدند. برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مشخص کرد که ارقام مورد بررسی از نظر صفات درصد ظهور گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه، و عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند(جدول 1).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم پدیده با دارا بودن بیشترین درصد ظهور گیاهچه(86/22 درصد)، سرعت ظهور گیاهچه (25/96 گیاهچه در روز)، تعداد دانه در طبق (56/66 عدد) سپس رقم گلدشت با بیشترین وزن هزار دانه (62/77 گرم)، قطر طبق(30/95 میلی‌متر) و عملکرد دانه (255/44 گرم در مترمربع) نسبت به سایر ارقام برتر بودند(جدول 2).

فقط در مورد صفت ارتفاع بوته رقم محلی اصفهان با 125/33 سانتی متر حداکثر ارتفاع را در بین ارقام مورد بررسی دارا بود. تأثیر اندازه بذر بر درصد ظهور، سرعت ظهور، وزن هزاردانه و عملکرد دانه معنی دار بود (جدول 1). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بذرهای درشت به ترتیب نسبت به بذرهای شاهد و ریزبرتر بودند(جدول2).

به نحوی‌که بذرهای درشت بیشترین درصد ظهور گیاهچه(80/75 درصد)، وزن هزاردانه(51/96 گرم) و عملکرد دانه(230/75 گرم در مترمربع) را نسبت به سایر بذرها دارا بودند. از نقطه نظر سرعت ظهور، بذرهای ریز برتری معنی داری را نسبت به بذرهای شاهد و درشت تبیین کردند.

بذرهای ریز احتمالاً بدلیل نیاز کمتر به جذب آب نسبت به بذرهای درشت از سرعت ظهور گیاهچه بیشتری برخوردار بودند ولی با این وجود با توجه به شرایط خاک بذرهای درشت هر چند سرعت ظهور کمتری داشتند اما به دلیل دارا بودن ذخیره غذایی کافی و بنیه بیشتر در نهایت درصد ظهور بیشتری به نمایش گذاشتند (جدول 2).

جدول1- تجزیه واریانس(میانگین مربعات) صفات مورد بررسی.

Table 1- Analysis of Variance (Mean squares) of studied characters.

منابع تغییر SOV		درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS) درصد ظهور Seedling emergence percentage	سرعت ظهور seedling emergence rate	ارتفاع بوته Plant Height	وزن هزاردانه 1000-seed weight	تعداد طبق Number of capitulum	تعدا دانه درطبق Number of seed per capitulum	قطرطبق capitulum Diameter	عملکرد دانه Grain yield
Replication	تکرار	2	261.78**	0.72**	5.58^{ns}	4.56 ns	37.75^{ns}	24.78 ns	1.08^{ns}	1406.86**
Cultivar	رقم	3	1100.8**	2.31**	814.92**	1132.9**	1681.0**	1306.29**	57.12**	14285.36**
Seed Size	اندازه بذر	2	435.53**	2.48**	64.33^{ns}	340.57**	112.58^{ns}	36.11 ns	3.96^{ns}	6161.86**
Cultivar× Seed size	رقم × اندازه بذر	6	27.19^{ns}	0.048^{ns}	20.22^{ns}	17.43^{ns}	449.81*	42.520 ns	1.14^{ns}	240.08^{ns}
Error	خطا	22	33.05	0.108	62.49	13.84	124.93	68.475	4.16	196.89

ns = غیر معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای 5 و 1 درصد. ns = non significant, * and ** Significant at 5% and 1% respectively.

جدول 2- مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی به روش آزمون چند دامنه ای دانکن.

Table 2- Means comparison of character using Duncan's multiple range test (DMRT**).**

	درصد ظهور Seedling emergence percentage	سرعت ظهور seedling emergence rate	ارتفاع بوته Plant Height	وزن هزاردانه 1000-seed weight	تعداد طبق Number of capitulum	تعدا دانه درطبق Number of seed per capitulum	قطرطبق Capitulum Diameter	عملکرد Grain yield
رقم(Cultivar)								
محلی اصفهان (Mahalli Esfahan)	75.889^{b}	22.189^{b}	125.33^{a}	37.46^{c}	38.0^{b}	53.22^{a}	28.2^{b}	204.77^{b}
گلدشت(Goldasht)	75.556^{b}	22.167^{b}	114.11^{b}	62.77^{a}	23.56^{c}	43.44^{b}	30.9^{a}	255.44^{a}
پدیده(Padideh)	86.222^{a}	25.967^{a}	103.11^{c}	42.36^{b}	33.56^{bc}	56.66^{a}	30.3^{a}	207.11^{b}
سینا(Sina)	59.444^{c}	14.478^{c}	108.44^{bc}	42.73^{b}	56.22^{a}	29.77^{c}	25.37^{c}	157.88^{c}
اندازه بذر(Seed Size)								
شاهد(Control)	68.83^{b}	4.125^{a}	110.08^{a}	41.37^{c}	35.0^{a}	47.17^{a}	29.38^{a}	186.0^{c}
درشت(Large)	80.75^{a}	3.22^{c}	114.25^{a}	51.96^{a}	37.42^{a}	43.83^{a}	28.46^{a}	230.75^{a}
ریز(Small)	73.25^{b}	3.78^{b}	113.91^{a}	45.64^{b}	41.08^{a}	46.33^{a}	28.32^{a}	202.167^{b}

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، با آزمون دانکن تفاوت معنی داری ندارند($P<0.05$).

Means ,within the same column, followed by the same letters are not significantly diffe

این نتایج با گزارش فرهودی و معتمدی (Farhoodi and Motamed , 2010) مطابقت دارد. رایس و اورسون (Ries and Everson, 1973) در مطالعه ای رابطه بین اندازه بذر و بنیه گیاهچه ارقام گندم را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که در گندم بنیه گیاهچه همبستگی مثبت با اندازه بذر دارد به طوری که بذرهای درشت‌تر گیاهچه‌های قوی‌تری ایجاد کردند. نتایج مشابهی توسط الیوت و راکوو (Elliot and Rakow,1999) روی گیاه روغنی منداب گزارش شده است.

هلم واسپایلد (Helm and Spilde,1990) در آزمایشی متوسط وزن تر 100 گیاهچه گندم حاصل از بذرهای سبک و سنگین را مورد بررسی قرار داده واظهار داشتند با افزایش وزن بذر متوسط وزن تر گیاهچه ها افزایش یافت هرچند بذرهای بزرگ تر توانایی بیشتری برای خروج از خاک دارند ولی به دلیل داشتن سطح تماس زیادتر، گیاهچه های در حال خروج با مقاومت بیشتری از طرف خاک مواجه بودند و این عامل می‌تواند باعث کاهش درصد ظهور گیاهچه در بزرگترین اندازه گردد. مطابق با نتایج

چیانگمایی و همکاران (Chiangmai *et al*., 2006) در مزرعه اندازه بذر تأثیر چندانی روی سرعت ظهور بین ارقام ماش نداشت که این شاید مربوط به محتویات ژنتیکی متفاوت ارقام و اثر متقابل آنها با شرایط مزرعه باشد. از طرف دیگر کاوید و همکاران (Kawade *et al*.,1987) با آزمایش روی گیاه زراعی ارزن ولارسن وآندرسن (Larsen and Andreasen, 2004) با مطالعه روی گراس‌ها مشاهده کـردند درصد جوانه زدن بذر و ظـاهرشدن گیاهچـه در بذرهـای بزرگ نسبت به بذرهـای کوچـک افزایش یافتنـد. سـایر محققین نیز این موضوع را تأیید کـرده اند. (Van Gastel *et al*., 2004, Willenborg *et al*., 2005, Mathur *et al*., 1982, Helm and Spilde, 1990).

جدول 3- ضرائب همبستگی ساده بین صفات مورد بررسی.
Table 3- Simple correlation coefficient between characters.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1- درصد ظهور Seedling emergence percentage	1							
2- سرعت ظهور Seedling emergence Rate	0.446**	1						
3- ارتفاع بوته Plant Height	0.072 ns	0.053 ns	1					
4- وزن هزاردانه 1000- seed Weight	0.028 ns	0.22 ns	0.056 ns	1				
5- تعدادطبق Number of Capitulum	0.34*	0.44**	0.24 ns	0.42*	1			
6- تعدا دانه درطبق Number of Seed per Capitulum	0.557**	0.687**	0.32 ns	0.26 ns	0.58 ns	1		
7- قطرطبق Capitulum Diameter	0.49**	0.61**	-0.134 ns	0.329*	0.47**	0.64**	1	
8- عملکرد دانه Grain Yield	0.31 ns	0.55**	0.20 ns	0.714**	0.61**	0.55**	0.471**	1

ns = غیرمعنی‌دار و * و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال خطای آماری 5 و 1 درصد. Ns and, * ** non significant significant at 5% and 1%

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اندازه بذر بر درصد ظهور گیاهچه ها، عملکرد و وزن هزاردانه تأثیر معنی‌داری داشت به نحوی‌که بذرهای درشت از وضعیت بهتری برخوردار بودند و گیاهچه‌های حاصل از بذرهای ریز کوچک تر و ضعیف تر بودند که از این نظر ممکن است رشد بطئی تر و توانایی کمتری در رقابت با علف‌های هرز، مقاومت به بیماری ها و تنش‌ها به‌خصوص در ابتدای فصل رشد داشته باشند و بدین طریق اجزاء عملکرد و عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار دهند. لازم به ذکر است کیفیت نامطلوب بذر و بذرهایی که قوه نامیه پایین و یا گیاهچه های ضعیف تولید می‌کنند نیز می‌توانند مزید بر علت باشند. کشت بذرهای با اندازه یکسان، یکنواختی در سبزشدن مزرعه را در مراحل بعدی دوره رشد گیاه به وجود می آورند. بنا بر این از آنجایی که یکی از علل مصرف بیش از حد بذر در زمان کاشت، عدم اطمینان کشاورز از سبز شدن مزرعه و استقرار مطلوب بوته می باشد، با انتخاب بذرهـایی با خصوصیات کیفی مطلوبتـر و اندازه منـاسب، میزان مصـرف بذر در واحد سطـح کاهش می یابد.

References

منابع

Chiangmai, P. N., Laosuwan P. and A. W. Anyuwat . 2006. The effect of mung bean seed size on germination ability, Bean sprout production and agronomic characters. Silpakorn University International Journal, Vol.6 (Number 1-2).

Dehghan shoar, M., A. Hamidi., and S. Mobasser. 2005. Seed vigour Evaluation. Agricultural Education Press. (In Persian)
Demir, K.M., and S. Day. 2008. Relationship between seed size and Nacl on germination, seed vigor and early seeding growth of sunflower. Afr. J. Agric. Res. 3: 787-791.
Elliott, R. H., and Rakow, G. F. W. 1999. Influence of seed size on the agronomic perf**o**rmance of oilseed rape. AAFC Research center, 107 science place, Saskatoon, saskach ewan, Canada S7N. X2.
Emam. Y. 2004. Agronomy of cereals. Shiraz University pres. (In Persian)
Erickson, L.C. 1946. The effect of alfalfa seed size and depth of seeding upon the subsequent procurement on stand. Jour. Amer. Soc. Agron. 38:964-973.
Farhoudi, R. and M., Motamedi. 2010. Effect of salt stress and seed size on germination and early seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Seed Sci. Technol. 38: 73-78
Helm, J.L. and spilde. L.A.1990. Selecting Quality Seed of Cereal Grains NDSU Extension Service, North Dakota State University of Agriculture and Applied Science, and U.S. Department of Agriculture Cooperating.
Kawade, R.M., Ugale,S.D., and R.B. Patil, 1987. Effect of seed size on germination, seedling vigor, and test weight of pearl millet. Seed Res. 15:210-213.
Khah, E.M., Roberts, E.H. and Ellis, R.H. 1989. Effects of seed aging on growth and yield of spring wheat at different plant population densities. Field Crops Res. 20: 175-190.
Khajehpour, M.R. 1994. Principal of Agronomy. Esfahan Industrial University Press. (In Persian)
Larsen, S. U. and Andreasen. 2004. Light and heavy seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. Crop Sci.44:1710-1720.
Main, A.R. and E.D. Nafziger. 1992. Seed size effects on emergence, head number, and grain yield of winter wheat. J. Prod. Agric. 5: 265-268.
Mathur, P.N., Sinha, N. C., and Singh, R. P. 1982. Effect of seed size on germination and seed vigour in oat(*Avena sativa* L.). Seed Res. 10:109-113.
Ottman, M. 2004. Seeding rates for small grains in arizona, cooperative extension, College of Agriculture and Life Sciences, The University of Arizona.
Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Sci Technol. 5:61-69.
Rastgar, M. A. 1997. Seed control and certification. Berahmand Press.
Ries, S.K. and E.H. Everson. 1973. Protein content and seed size relationships with seedling vigour of wheat cultivars. Agron. J., 65: 884-886.
Roberts, E. H., and K. Osei-Bonsu. 1988. Seed and seedling vigour. pp.897-910.In: Summer field, R. J. (ed). World Crops: Cool Season Food Legumes. Kluwer Academi Publishers, The Netherlands.
Roy, S.K.S, A. Hamid, M.G. Miah and A. Hashem. 2008. Seed size variation and its effects on germination and seedling vigour in rice. J A Crop Sci, 176: 79-82.
Sarmadnia, Gh. H. 1996. Seed technology. Mashad university Pres.
Sexton, P. J., White, J.W., and K. J. Boote. 1994. Yield-determining processes in relation to cultivar seed size of common bean. Crop Sci. 34: 84-91.
Singh, S.K. and Kailasanathan, K. 1976. A note of the effect of seed size on yield of wheat cultivar Kalayan Sona under late sown conditions. Seed Res. 4: 130-131.
Suh, H., Casady, A. J., and R. L. Vanderlip. 1974. Influence of sorghum seed weight on th performance of the resulting crop. Crop. Sci. 14: 835-836.
Van Gastel, A.J.G., Zewdie Bishaw and B. R. Gregg. 2004. Wheat Seed Production, FAO Corporate Document Repository.