

## تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم (*Triticum aestivum*) در شرایط تنش خشکی

زهرا تقی‌پور<sup>۱</sup>، عیسی مقصودی<sup>۲\*</sup>، رسول اصغری زکریا<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

<sup>۲</sup> دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه یاسوج، یاسوج

<sup>۳</sup> دانشیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۰۵

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم (رقم شهریار) تحت تنش خشکی آزمایشی در آزمایشگاه فیزیولوژی و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اول تنش خشکی با استفاده از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در غلظت‌های ۰، ۴- و ۸- بار و عامل دوم غلظت‌های کیتوزان شامل ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد بود. نتایج نشان داد که تأثیر اثر متقابل تنش خشکی و کیتوزان بر مؤلفه‌های رشدی گندم بجز درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه معنی‌دار بود. به طوری که بیشترین شاخص بنیه بذر، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه به ترتیب از پتانسیل اسمزی صفر بار در غلظت ۱ درصد کیتوزان، پتانسیل اسمزی ۴- بار در غلظت ۱ درصد کیتوزان و پتانسیل اسمزی صفر بار در غلظت ۲ درصد کیتوزان به دست آمد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰) و طول ریشه‌چه (۱۸/۴۴ سانتی‌متر) در پتانسیل اسمزی صفر بار به دست آمد. همچنین بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۷/۲۹) و بیشترین طول ریشه‌چه (۱۳/۲۰ سانتی‌متر) به ترتیب از غلظت ۰/۵ و ۱ درصد کیتوزان حاصل شد. با افزایش پتانسیل اسمزی به ۸- بار، انرژی جوانه‌زنی در غلظت‌های ۰/۵ تا ۱ درصد کیتوزان در مقایسه با پتانسیل اسمزی صفر بار افزایش یافت. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت که پیش تیمار بذر گندم با غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان، طول ساقه‌چه و غلظت ۱ درصد، انرژی جوانه‌زنی را بهبود داده و اثر تنش خشکی بر برخی مؤلفه‌های جوانه‌زنی را تعدیل می‌کند. غلظت‌های پایین کیتوزان می‌تواند کاهش درصد و شاخص جوانه‌زنی ناشی از افزایش تنش کم آبی را جبران کند. بنابراین پوشش بذر با کیتوزان ممکن است جوانه‌زنی بذر را افزایش داده و تحمل به شرایط تنش را در گیاهچه‌ها افزایش دهد.

واژگان کلیدی: پتانسیل اسمزی، جوانه‌زنی، کیتوزان، گندم

غلزات به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بیشترین اهمیت را در تغذیه انسان دارند و در این بین گندم که مهم‌ترین گیاه زراعی دنیاست و تأمین‌کننده ۲۰ درصد انرژی موجود در جیره غذایی بشر می‌باشد، مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند (Ahmadi et al., 2004). تنش خشکی از جمله عوامل محدود کننده تولید گندم در کشور به شمار می‌آید. مسئله خشکی و کم آبی در ایران همواره یکی از مهم‌ترین مسائل و مشکلات کشاورزی بوده است؛ به طوری که کشورمان با متوسط بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا طبقه‌بندی می‌شود (Sarmadnia, 1993). گستره وسیع تنش‌های زنده و غیرزنده ذهن هر انسان مسئول را به مدیریت هر چه بهتر و صحیح‌تر این مشکلات وا می‌دارد. از آنجا که آب یکی از مهم‌ترین احتیاجات رشد گیاه است و جوانه‌زنی با جذب آب شروع می‌شود، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب نبود جوانه‌زنی یا کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Hasani, 2005). بذر مهم‌ترین عامل در کشاورزی است که نقش مهمی در تولید دارد، لذا روش‌های صحیح تولید بذر اثر زیادی بر روی مقدار محصول می‌گذارد (Hejazi, 1994). جوانه‌زنی بذر به عنوان یک عامل کلیدی در کشاورزی نوین اهمیت زیادی دارد. زیرا بذر یک واحد زایشی است که به‌عنوان رشته‌ی حیات، بقای گونه‌ها را تضمین می‌کند. علاوه بر این، به دلیل نقش بذر در استقرار بوته، جوانه‌زنی مرحله‌ی مهمی در دوره زندگی گیاه است (Qaddeeri et al., 2008). اتخاذ تمهیداتی جهت کاهش اثرات تنش بر بذر و گیاهچه و حتی ایجاد مقاومت در آنها امری ضروری است. امروزه از روش‌های مختلفی برای دستیابی به این هدف استفاده می‌شود که یکی از جدیدترین و البته کارآمدترین روش‌ها، روش پرایمینگ<sup>۱</sup> یا پیش تیمار بذر است. پیش تیمار بذر یک تیمار قبل از کاشت است که در آن بذور به صورت کنترل شده آب جذب می‌کنند، به طوری که اجازه داده می‌شود تا فرایندهای متابولیکی قبل از جوانه‌زنی در آن‌ها رخ دهد. این تکنیک به منظور افزایش مقدار و یکنواختی جوانه‌زنی بذر و استقرار گیاهچه‌ها، در شرایط نامساعد محیطی مانند خشکی به کار می‌رود (Du and Toung, 2002).

در شرایط آزمایشگاه می‌توان تنش خشکی را با استفاده از محلول‌های مصنوعی از جمله پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ (PEG) به دلیل اطمینان از یکنواخت بودن توان پتانسیل آب در اطراف بذرها و نیز امکان سطح تماس یکسان بین بذر و محیط ایجاد کرد (Gholami et al., 2012). این ماده به دلیل ایجاد شرایطی مشابه تنش‌های محیطی طبیعی، کاربرد زیادی دارد (Hardegree and Emmerich, 1994). کیتوزان یک پلی‌ساکارید گلوکوزامین مشتق شده از کیتین است. معمولاً کیتوزان به کیتینی که بیش از ۵۰ درصد گروه‌های استیل آن حذف شده باشد، اطلاق می‌شود (No et al., 1989). در کشاورزی از کیتوزان برای پوشش دادن بذر، برگ و میوه (Devlieghere et al., 2004) استفاده می‌شود. این ماده همچنین به‌عنوان کود و در کنترل آزادسازی ترکیبات شیمیایی سموم (Sukwattanasinitt et al., 2001)، برای افزایش تولید گیاه، تحریک ایمنی گیاه (Hadwiger et al., 2002)، حفاظت گیاهان در مقابل میکروارگانیزم‌ها (Pospieszny et al., 1991) و تحریک جوانه‌زنی و رشد گیاه به کار می‌رود. اثر تحریک‌کنندگی کیتوزان بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های بادام‌زمینی (Winter et al., 2002)، گندم (Wei et al., 2007) و ذرت (Winter et al., 2001) مشخص شده است. همچنین اثر مثبت کیتوزان بر رشد برگ‌ها، ریشه‌ها و ساقه‌های گیاهان مختلف از جمله ژربرا (*Gerberajamesonii*) و برخی گیاهان دیگر مشاهده گردیده است

(Wanichpongpan et al., 2001) تیمار گیاهان برنج با کیتوزان قبل از تنش کم آبی خسارت تنش خشکی در این گیاه را کاهش داده است. این تأثیر به تولید متابولیت‌های ثانویه توسط برنج که منجر به بسته شدن روزنه‌های گیاه و کاهش تعرق می‌شود، نسبت داده شده است (Boonlertnirun, 2007). (Saidi, 2005) گزارش داد که با کاهش پتانسیل اسمزی برخلاف درصد و سرعت جوانه‌زنی، بنیه جوانه‌زنی با سرعت و شیب زیاد در ژنوتیپ‌های مختلف شروع به کاهش کرد. (Kafi et al., 2005) با بررسی سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن گلیکول بر عدس گزارش دادند که با کاهش پتانسیل آب، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت. (Jajarmi, 2009) با بررسی اثرات تنش کم آبی بر شاخص‌های جوانه‌زنی در هفت رقم گندم بیان کرد که درصد جوانه‌زنی نمی‌تواند شاخص مناسبی برای شناسایی واریته باشد. در گیاه عدس با کاهش پتانسیل آب، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. (Mahdavi et al., 2013) با بررسی سطوح مختلف تنش خشکی و کیتوزان بر گلرنگ گزارش دادند که با افزایش تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه کاهش یافت. همچنین گزارش دادند که بیشترین طول و وزن خشک ساقه‌چه در غلظت ۰/۴ درصد کیتوزان به دست آمد که نسبت به تیمار آب به ترتیب ۱۹/۳ و ۳۶ درصد افزایش نشان داد. با توجه به این موارد و همچنین اهمیت گیاه گندم در کشاورزی هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم (رقم شهریار) تحت تنش خشکی در شرایط محیطی کنترل شده است.

#### مواد و روش‌ها

این تحقیق با استفاده از امکانات محیط کنترل شده به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. تیمار اول تنش خشکی با استفاده از پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در سه سطح ۰، ۴- و ۸- بار و عامل دوم مقدار کیتوزان در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد بود. ابتدا بذرهای پس از ضد عفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد (۳۰ ثانیه) و شستشو با آب مقطر درون پتری‌دیش قرار گرفتند. سپس بذر گندم رقم شهریار در غلظت‌های مختلف محلول‌های کیتوزان و پلی‌اتیلن گلیکول به مدت سه ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد غوطه‌ور شد. سطوح مختلف پتانسیل اسمزی مورد نظر برای اعمال تنش خشکی با استفاده از نمک پلی‌اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ طبق دستورالعمل (Michel and Kaufman, 1973) تهیه گردید. در هر ظرف پتری‌دیش (واحد آزمایشی) ۲۵ عدد بذر گندم به مدت ۸ روز در محلول مورد نظر روی کاغذ صافی کشت و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز چهارم (شمارش اولیه) آغاز و به صورت روزانه در یک ساعت معین شمارش گردیدند. خروج ریشه‌چه به طول دو میلی‌متر به عنوان معیار بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شد (Miller and Chapman, 1978). نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و خشک شدند. در پایان از هر پتری‌دیش ۱۰ گیاهچه به طور تصادفی انتخاب و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از روابط زیر، صفات درصد جوانه‌زنی (Bajji et al., 2002)، سرعت جوانه‌زنی (Maguire, 1962)، شاخص بنیه بذر (Stout, 1998)، انرژی جوانه‌زنی (Agarwal, 1980) و درصد آب بافت گیاهچه (Tsonev et al., 1998) محاسبه گردید.

$$PG = Ni / N \times 100$$

PG = درصد جوانه‌زنی، Ni = تعداد بذرهای جوانه‌زده در روز i ام (آخرین روز شمارش جوانه‌زنی)، N = تعداد کل بذرهای

$$GR = H Ni / Ti$$

GR = سرعت جوانه‌زنی برحسب تعداد بذر در روز شمارش، Ni = تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، T = شمارش روز پس از شروع آزمایش

۱۰۰ / (میانگین طول گیاهچه (میلی‌متر) × درصد جوانه‌زنی نهایی) = شاخص بنیه بذر  
تعداد کل بذرهای کاشته شده / درصد بذرهای جوانه‌زده در یک روز خاص = انرژی جوانه‌زنی  
۱۰۰ × (وزن تر گیاهچه / وزن خشک گیاهچه - وزن تر گیاهچه) = درصد آب بافت گیاهچه

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج‌درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

**درصد و سرعت جوانه‌زنی:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پتانسیل اسمزی، غلظت کیتوزان و اثر متقابل آنها بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود؛ درحالی‌که اثر متقابل پتانسیل اسمزی و غلظت کیتوزان بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نبود (جدول ۱). به‌طوری‌که با افزایش تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی کاهش یافت یعنی از ۱۰۰ درصد در تیمار شاهد به ۷۶/۲۴ درصد در تیمار با پتانسیل آب ۸- رسید. آغشته شدن بذر با غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان در مقایسه با سایر غلظت‌های بیشترین تأثیر بر درصد جوانه‌زنی داشت، به‌طوری‌که با غلظت ۲ درصد کیتوزان و تیمار شاهد (آب) به ترتیب دارای اختلاف ۷ و ۱۱ درصدی بود. در پتانسیل اسمزی ۴- بار میزان سرعت جوانه‌زنی در غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان بیشترین و در تیمار آب کمترین بود. همچنین بیشترین درصد جوانه‌زنی در پتانسیل اسمزی ۸- بار در غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان و کمترین آن در غلظت ۲ درصد کیتوزان به‌دست آمد. (Salehyfar, 2010) گزارش داد که با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی در گیاهان مورد بررسی کاهش یافت. (Abdul-bake and Anderson, 1973) گزارش دادند که سرعت جوانه‌زنی بیشتر از درصد جوانه‌زنی به تنش آب حساسیت نشان داده و همانند اکثر صفات جوانه‌زنی از همان سطح اولیه تنش رطوبتی کاهش می‌یابد. تنش آب از مهم‌ترین عوامل ناتوانی بذور برای جوانه‌زنی در شرایط مزرعه می‌باشد؛ زیرا این تنش سرعت و درصد جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد و در نهایت استقرار گیاهچه را به تأخیر می‌اندازد (Pospieszny et al., 1991). مشابه این نتایج در سایر گیاهان زراعی مانند گندم (Singh, 2001) و لوبیا (De and Kar, 1995) گزارش شده است. کیتوزان در غلظت‌های پایین می‌تواند جوانه‌زنی بذرهای سویا را افزایش دهد درحالی‌که غلظت‌های بالای آن ممکن است برای بذر سمی باشد (Devlieghere et al., 2004). پوشش بذر با کیتوزان ممکن است جوانه‌زنی بذر را افزایش داده و تحمل به شرایط تنش را در گیاهچه‌های برنج افزایش دهد (Ruan et al., 2002) و همچنین مشخص شده است که غلظت‌های بالای کیتوزان به علت پوشش چسبنده‌ای که روی قسمت بیرونی بذر گیاهان ایجاد می‌کنند، ممکن است باعث جلوگیری از جذب آب توسط بذر شود (Barka et al., 2004). نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان در پتانسیل اسمزی ۴- و ۸- بار بر سرعت جوانه‌زنی می‌باشد، به‌طوری‌که کیتوزان منجر به تعدیل کاهش اثرات تنش خشکی ناشی از پلی‌اتیلن‌گلایکول بر سرعت جوانه‌زنی شده است.

**طول ریشه چه و ساقه چه:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر پتانسیل اسمزی، غلظت کیتوزان و اثر متقابل آنها بر طول ساقه چه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود؛ در حالی که برهم کنش پتانسیل اسمزی و غلظت کیتوزان بر طول ریشه چه معنی دار نبود (جدول ۱). با انجام مقایسه میانگین (جدول ۲) در بین سطوح مختلف کیتوزان و پتانسیل اسمزی بیشترین میزان طول ریشه چه به ترتیب معادل  $13/20$  و  $18/44$  سانتی متر مربوط به غلظت ۱ درصد کیتوزان و پتانسیل اسمزی صفر بود. در پتانسیل اسمزی صفر و ۴- بار افزایش غلظت کیتوزان تا ۲ درصد منجر به افزایش طول ساقه چه گردید؛ به طوری که در غلظت ۲ درصد کیتوزان بیشترین طول ساقه چه معادل  $13/51$  سانتی متر مربوط به پتانسیل اسمزی صفر (تیمار آب) و کمترین طول ساقه چه معادل  $1/63$  سانتی متر مربوط به پتانسیل اسمزی ۸- بار بود. در پتانسیل اسمزی ۸- بار بیشترین طول ساقه چه ( $3/15$  سانتی متر) در غلظت  $0/5$  درصد کیتوزان و کمترین طول ساقه چه ( $0/60$  سانتی متر) در تیمار آب به دست آمد. طول ساقه چه در پتانسیل اسمزی ۴- بار در غلظت  $0/5$ ، ۱ و ۲ درصد کیتوزان نسبت به تیمار آب افزایش یافت؛ در حالی که در پتانسیل اسمزی ۸- بار طول ساقه چه در غلظت  $0/5$  درصد کیتوزان نسبت به غلظت ۱ و ۲ درصد کیتوزان بیشتر بود. (Akhondi, 2010) گزارش داد که با افزایش تنش خشکی کلیه صفات مورفولوژیکی از جمله طول ریشه چه و ساقه چه کاهش می یابد. کاهش شدید طول ساقه چه را می توان به تأثیر منفی پلی اتیلن گلایکول که مانع طویل شدن هیپوکتیل شده ربط داد. (Michel, 1970) اثر پلی اتیلن گلایکول را بر کاهش طول هیپوکتیل خیار مورد بررسی قرار داد و علت آن را مربوط به سیمت ناشی از پلی اتیلن گلایکول دانست. علت کاهش رشد طولی ساقه و ریشه (ساقه چه و ریشه چه) در اثر تنش خشکی ممکن است مربوط به تحت تأثیر قرار گرفتن سلول های مریستمی ریشه چه و ساقه چه و اختلال در فرایند تقسیم و طویل شدن سلولی باشد. زیرا شرایط کم آبی و پتانسیل منفی بر جذب آب سلول ها تأثیر گذاشته و در نتیجه فشار تورژانس لازم جهت بزرگ شدن سلول ها کاهش یافته و توقف و کند شدن رشد را سریع می کند (Sharp, 2002).

**جدول ۱- واریانس میانگین مربعات پارامترهای مختلف جوانه زنی گندم تحت تأثیر پلی اتیلن گلایکول و مصرف کیتوزان**

میانگین مربعات												
منابع تغییر	درجه آزادی	سرعت جوانه زنی	درصد جوانه زنی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	وزن تر ساقه چه	وزن تر ریشه چه	وزن خشک ساقه چه	وزن خشک ریشه چه	شاخص بینه بذر	انرژی جوانه زنی	درصد آب بافت گیاهچه
کیتوزان	۳	$105/80^{**}$	$132/11^*$	$35/50^{**}$	$13/51^{**}$	$0/14^{**}$	$0/1^{ns}$	$0/17000^{**}$	$0/012^*$	$4/97^{**}$	$2/69^{**}$	$12/6^{**}$
PEG	۲	$316/40^{**}$	$547/9^{**}$	$544/92^{**}$	$334/36^{**}$	$0/355^{**}$	$0/298^{**}$	$0/0054^{**}$	$0/14^{**}$	$30/64^{**}$	$5/89^{**}$	$37/02^{**}$
کیتوزان×PEG	۶	$43/20^{**}$	$69/30^{ns}$	$2/61^{ns}$	$3/39^{**}$	$0/028^{**}$	$0/03^{**}$	$0/0001^*$	$0/013^{**}$	$1/42^{**}$	$0/89^{**}$	$6/41^{**}$
خطای آزمایشی	۲۴	$1/58^{**}$	$35/04$	$3/03$	$0/77$	$0/002$	$0/005$	$0/00004$	$0/003$	$0/34$	$0/269$	$1/79$
C.V (درصد)		۴/۷۰	۶/۲۸	۱۵/۷۸	۱۲/۴۶	۲۳/۹۷	۱۶/۳۸	۱۹/۲	۶/۴۴	۲۱/۴	۹/۳	۱/۳۷

ns و \*\*،\* : به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل پارامترهای مختلف جوانه‌زنی گندم تحت تأثیر پلی اتیلن گلیکول و مصرف کیتوزان

کیتوزان	PEG	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه (cm)	وزن تر ساقه‌چه (gr)	وزن تر شاخص	وزن خشک ریشه‌چه (gr)	درصد آب بافت گیاهچه	انرژی جوانه‌زنی	وزن خشک ساقه‌چه (gr)
	۱	۳۰a	۱۰/۱۰a	۰/۱۸۲a	۰/۱۷۸a	۰/۳۵b	۹۹/۳۷a	۳/۳۳a	۰/۰۲۳a
۱	۲	۲۸a	۵/۱۳b	۰/۱۷۹a	۰/۱۵۴a	۰/۱۰۴b	۹۵/۵۸b	۱/۸۹b	۰/۰۲۷a
	۳	۲۰/۸b	۰/۶۰c	۰/۰۸۴b	۰/۱۳۷a	۰/۰۲c	۹۳/۷۷b	۱/۶۰۳c	۰/۰۱۰a
	۱	۳۰a	۱۳/۴۰a	۰/۳۶۳a	۰/۴۰۷a	۰/۴۱b	۹۹/۱۸a	۳/۳۳a	۰/۰۸۳a
۲	۲	۲۹/۳۳a	۶/۱۰b	۰/۱۳۹b	۰/۱۳۴b	۰/۰۵۶a	۹۸/۴۵a	۲/۹۹a	۰/۰۳۳b
	۳	۲۳/۵۶b	۳/۱۵c	۰/۰۱۲c	۰/۰۷b	۰/۰۱۶c	۹۹/۲۷a	۱/۶۶b	۰/۰۰۰۱c
	۱	۳۰a	۱۳/۰۲a	۰/۳۹۶a	۰/۴۰۵a	۰/۰۳۳b	۹۹/۰۲a	۳/۳۳a	۰/۱۱۰a
۳	۲	۲۹a	۶/۲۶b	۰/۱۶۴b	۰/۱۵۴b	۰/۰۶۶a	۹۷/۶۳a	۲/۹۳a	۰/۰۳۳b
	۳	۲۱/۳۵b	۲/۵۱c	۰/۰۳۲c	۰/۱۱۹c	۰/۰۰۸۳c	۹۳/۵۹b	۲/۴۶a	۰/۰۱۰b
	۱	۳۰a	۱۳/۵۱a	۰/۵۵۳a	۰/۵۶۷a	۰/۰۳۰b	۹۸/۸۲a	۳/۳۳a	۰/۱۳۷a
۴	۲	۲۸/۶۶a	۹/۱۰b	۰/۱۶۴b	۰/۱۴۲a	۰/۰۵a	۹۷/۴۷a	۲/۴۲a	۰/۰۲۷b
	۳	۱۷/۸۸b	۱/۶۳c	۰/۰۱۱c	۰/۰۶۳b	۰/۰۱۳c	۹۵/۷۲a	۲/۰۳b	۰/۰۰۳c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی پلی اتیلن گلیکول و کیتوزان بر درصد جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه گندم رقم شهریار

کیتوزان	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (cm)
	۱	۸۶/۵۵ b
	۲	۹۷/۲۹ a
	۳	۹۵/۱۹ a
	۴	۹۰/۴۸ ab
	۱	۱۸/۴۴ a
	۲	۹/۳۴ b
	۳	۵/۲۸ c

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

**وزن تر ریشه‌چه و ساقه:** نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان، پتانسیل اسمزی و برهم‌کنش آنها بر وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین وزن تر ریشه‌چه (۰/۵۶۷ گرم) و ساقه‌چه (۰/۵۵۳ گرم) مربوط به غلظت ۲ درصد کیتوزان و تیمار آب و کمترین وزن تر ریشه‌چه (۰/۰۶۳ گرم) و ساقه‌چه (۰/۰۱۱ گرم) مربوط به غلظت ۲ درصد کیتوزان و پتانسیل اسمزی ۸- بار بود (جدول ۲). با افزایش غلظت کیتوزان وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار آب افزایش یافت؛ به طوری که غلظت ۰/۵، ۱ و ۲ درصد کیتوزان نسبت به تیمار آب وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتری داشت. بیشترین وزن تر ریشه‌چه در پتانسیل اسمزی ۴- بار مربوط به غلظت ۱ درصد کیتوزان و در پتانسیل اسمزی ۸- بار مربوط به تیمار آب بود. همچنین بیشترین وزن تر ساقه‌چه در پتانسیل اسمزی ۴- و ۸- بار از تیمار آب به دست آمد. غلظت ۱ و ۲ درصد کیتوزان در پتانسیل اسمزی ۴- بار دارای وزن تر ساقه‌چه بیشتری نسبت به غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان گردید. به طور کلی با افزایش پتانسیل اسمزی وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در تمام غلظت‌های کیتوزان کاهش یافت؛ ولی این کاهش در غلظت ۱ و ۲ درصد کیتوزان نسبت به غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان کمتر بود. این امر نشان‌دهنده تأثیر بیشتر سطح ۱ و ۲ درصد کیتوزان بر تعدیل وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه در پتانسیل اسمزی ۴- و ۸- بار بود. بر اساس نتایج

به دست آمده وزن تر گیاهچه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته و کاهش چشمگیری با افزایش تنش نشان داد. علت این امر ناشی از وجود ملکول‌های بزرگ پلی‌اتیلن‌گلایکول است که جذب آب را توسط ریشه کاهش داده و سبب خشک شدن گیاه می‌گردد که این امر احتمالاً به علت بسته شدن مسیر حرکت آب در گیاه می‌باشد (LowLor, 1970).

**وزن خشک ریشه‌چه و ساقه:** نتایج تجزیه واریانس نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار غلظت‌های مختلف کیتوزان، پتانسیل اسمزی و برهم‌کنش آنها بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد بود (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که وزن خشک ریشه‌چه در پتانسیل اسمزی ۴- بار و غلظت ۱ درصد کیتوزان بیشترین بود و افزایش یا کاهش غلظت کیتوزان در این سطح پتانسیل اسمزی منجر به کاهش وزن خشک ریشه‌چه گردید؛ گرچه از لحاظ آماری تفاوتی بین غلظت ۲، ۰/۵ و تیمار آب در پتانسیل اسمزی ۴- بار مشاهده نشد (جدول ۲). غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان و پتانسیل اسمزی صفر نسبت به غلظت‌های ۱ و ۲ درصد کیتوزان تأثیر بیشتری بر وزن خشک ریشه‌چه داشت. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در پتانسیل اسمزی ۸- بار مربوط به غلظت صفر کیتوزان و کمترین وزن خشک ریشه‌چه در این سطح پتانسیل اسمزی مربوط به غلظت ۱ درصد کیتوزان بود. بر اساس مقایسه میانگین وزن خشک ساقه‌چه در پتانسیل اسمزی صفر و غلظت ۲ درصد کیتوزان در بیشترین سطح بود و کاهش غلظت کیتوزان در سطح صفر پتانسیل اسمزی منجر به کاهش وزن خشک ساقه‌چه گردید. در پتانسیل اسمزی ۴- بار بیشترین وزن خشک ساقه‌چه مربوط به غلظت ۱ درصد کیتوزان در این سطح پتانسیل اسمزی منجر به کاهش وزن خشک ساقه‌چه شد. در پتانسیل اسمزی ۸- بار بیشترین وزن خشک ساقه‌چه از سطح صفر و ۱ درصد کیتوزان به دست آمد و غلظت ۰/۵ و ۲ درصد کیتوزان کاهش وزن خشک ساقه‌چه را به دنبال داشت. (Gupta et al., 1991) نشان دادند که کاهش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در سطوح بالای خشکی، به علت کاهش انتقال مواد غذایی و انتقال آنها از لپه‌ها به محور جنینی است. به نظر می‌رسد که یکی از دلایل کاهش وزن خشک ساقه‌چه در پتانسیل‌های آب پایین، تحرک کم مواد غذایی و انتقال کمتر آنها از لپه‌ها به محور جنینی باشد. قابل ذکر است عواملی که سرعت رشد محور جنینی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، می‌توانند بر تحرک مواد غذایی و انتقال آنها از لپه‌ها به محور جنینی تأثیر بگذارند (Singh and Saxena, 1993). نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت غلظت ۱ درصد کیتوزان در شرایط تنش خشکی بر بهبود وزن خشک ساقه‌چه و تعدیل اثرات تنش می‌باشد.

**شاخص بنیه بذر:** شاخص بنیه بذر از صفات مهم در مطالعات جوانه‌زنی به‌شمار می‌رود؛ بذوری که از درصد و سرعت جوانه‌زنی بالایی برخوردار باشند دارای بنیه بیشتری خواهند بود. نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان، پتانسیل اسمزی و برهم‌کنش آنها بر شاخص بنیه بذر در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۱). با افزایش پتانسیل اسمزی تا ۸- بار شاخص بنیه بذر کاهش چشمگیری داشت؛ درحالی‌که افزایش غلظت کیتوزان کاهش شاخص بنیه بذر را تعدیل کرد. به‌طوری‌که بیشترین شاخص بنیه بذر (۲۲/۱۷) از غلظت ۱ درصد کیتوزان در پتانسیل اسمزی صفر و کمترین شاخص بنیه بذر (۰/۷۰۳) از پتانسیل اسمزی ۸- بار در غلظت صفر کیتوزان به دست آمد. غلظت ۰/۵ درصد کیتوزان در پتانسیل اسمزی ۴- و ۸- بار نسبت به سطح صفر کیتوزان در همین سطوح از پتانسیل اسمزی دارای شاخص بنیه بذر بیشتری بود؛ که این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت کیتوزان بر شاخص بنیه بذر در پتانسیل اسمزی ۴- و ۸- بار می‌باشد. همچنین در پتانسیل اسمزی صفر، ۴- و ۸- بار افزایش غلظت کیتوزان تا ۱ درصد منجر به افزایش شاخص بنیه بذر نسبت به غلظت صفر و ۰/۵ درصد کیتوزان شد؛ درحالی‌که افزایش غلظت کیتوزان تا ۲ درصد منجر به کاهش شاخص بنیه بذر نسبت به غلظت ۱ درصد کیتوزان

گردید. بر اساس نتایج می‌توان اظهار داشت که افزایش غلظت کیتوزان تا ۱ درصد در شرایط تنش خشکی می‌تواند بیشترین تأثیر بر شاخص بنیه بذر داشته باشد. گرچه در پتانسیل اسمزی ۴- و ۸- بار غلظت ۰/۵ و ۲ درصد کیتوزان نسبت به غلظت صفر کیتوزان میزان شاخص بنیه بذر بیشتری داشت. به‌طور کلی تنش خشکی در سطوح ۴- و ۸- بار منجر به کاهش شاخص بنیه بذر گندم شد. کاهش شاخص بنیه بذر با افزایش تنش خشکی در تحقیق حاضر با مطالعه (Zhu et al., 2006) مطابقت دارد. پژوهشگران در بررسی اثر پلی‌اتیلن گلایکول بر جوانه‌زنی گونه‌های مختلف یونجه نشان دادند که با افزایش پتانسیل اسمزی درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و بنیه بذرها کاهش یافت (Hamidi and Safarnejad, 2010). (Ghasemi-Golazani et al., 2010) در تحقیق خود روی لوبیای پینتو گزارش دادند که پرایم بذر منجر به افزایش شاخص بنیه بذر می‌گردد. علت افزایش شاخص بنیه بذر تحت پرایمینگ می‌تواند مربوط به حرکت ذخایر غذایی، فعالیت و سنتز مجدد بعضی آنزیم‌ها، شروع سنتز مجدد RNA و DNA و رشد سریع جنین بدنبال برطرف شدن موانع جوانه‌زنی در پرایمینگ اسمزی باشد (Basra et al., 2003).

**انرژی جوانه‌زنی:** نتایج تجزیه واریانس نشان داد که غلظت‌های مختلف کیتوزان، پتانسیل اسمزی و اثر متقابل آنها بر انرژی جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱). بیشترین انرژی جوانه‌زنی از غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد کیتوزان در پتانسیل اسمزی صفر به‌دست آمد؛ گرچه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بجز غلظت ۰/۵ و ۲ درصد کیتوزان در پتانسیل اسمزی ۸- بار و همچنین غلظت صفر کیتوزان در پتانسیل اسمزی ۴- و ۸- نداشت. کمترین انرژی جوانه‌زنی مربوط به غلظت صفر کیتوزان در پتانسیل اسمزی ۸- بار بود. به‌طور کلی افزایش پتانسیل اسمزی منجر به کاهش انرژی جوانه‌زنی شد که این کاهش با افزایش غلظت کیتوزان تعدیل شد. در بین سطوح کیتوزان غلظت ۱ درصد در پتانسیل اسمزی صفر، ۴- و ۸- بار بیشترین تأثیر بر افزایش انرژی جوانه‌زنی داشت. کاهش جوانه‌زنی با افزایش تنش خشکی در بذر گونه مورد مطالعه می‌تواند مربوط به ممانعت از جذب آب توسط بذر در شرایط تنش خشکی باشد. بطور کلی جوانه‌زنی بذر با جذب آب آغاز و بوسیله حوادث پیاپی بیوشیمیایی در بذر دنبال می‌شود. در این مراحل فعال‌سازی متابولیسم، هضم مواد ذخیره‌ای و انتقال به جنین، تقسیم سلولی و رشد شکل می‌گیرد (Albeles and Lonsilk, 1996). این در حالیست که تنش خشکی با تأثیر بر حرکت و انتقال ذخایر و یا با تأثیر مستقیم بر ساختمان آلی و سنتز پروتئین در جنین موجب کاهش جوانه‌زنی می‌شود (Falleri et al., 2004). با افزایش غلظت کیتوزان می‌توان اثرات پتانسیل اسمزی را بر افت انرژی جوانه‌زنی بذر گندم کاهش داد. (Ruan et al., 2002) ضمن دستیابی به نتایج مشابه دریافتند که تکنیک پرایمینگ احتمالاً باعث ترمیم غشای آسیب دیده بذر (در نتیجه زوال) و همچنین تغییرات در رشد محور جنینی و نمو در مراحل بعدی و در نتیجه افزایش قدرت جوانه‌زنی می‌شود.

**درصد آب بافت گیاهچه:** نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر غلظت‌های مختلف کیتوزان، پتانسیل اسمزی و برهم‌کنش آنها بر درصد آب بافت گیاهچه گندم در سطح احتمال یک درصد می‌باشد (جدول ۱). با افزایش پتانسیل اسمزی تا ۸- بار درصد آب بافت گیاهچه کاهش یافت؛ درحالی‌که افزایش غلظت کیتوزان منجر با افزایش درصد آب بافت گیاهچه شد. به‌طوری‌که بیشترین درصد آب بافت گیاهچه از تیمار صفر پتانسیل اسمزی و کیتوزان و کمترین درصد آب بافت گیاهچه از غلظت ۱ درصد کیتوزان در پتانسیل اسمزی ۸- بار به‌دست آمد. گرچه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین غلظت ۰/۵ و ۲ درصد کیتوزان در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی وجود نداشت ولی می‌توان اظهار داشت که غلظت ۰/۵، ۱ و ۲ درصد کیتوزان در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی نسبت به غلظت صفر کیتوزان



در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی دارای درصد آب بافت گیاهچه بیشتری بود. این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت کیتوزان بر درصد آب بافت گیاهچه در شرایط تنش خشکی می‌باشد.

### نتیجه‌گیری نهایی

با افزایش پتانسیل اسمزی تا ۸- بار شاخص بنیه بذر کاهش چشمگیری داشت؛ درحالی که افزایش غلظت کیتوزان کاهش شاخص بنیه بذر را تعدیل کرد. که این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت کیتوزان بر شاخص بنیه بذر می‌باشد. پرایمینگ بذر با کیتوسان بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی تأثیر معنی‌دار داشت و بنابراین بذوری که دارای بنیه بیشتری باشند از سرعت و درصد جوانه‌زنی بالایی برخوردار خواهند بود. به طور کلی می‌توان اظهار داشت که پیش تیمار کردن بذر گندم رقم شهریار با غلظت‌های کیتوزان (۲-۰/۵) تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و می‌تواند منجر به افزایش مقاومت گیاهچه‌های گندم به تنش خشکی گردد.

### Reference

- Abdul-bake, A. A. and Anderson, J.D. 1970.** Viability and Leaching of sugar from germination barley. *Crop Sci*, 10:31-34.
- Aboulhasani, M., Lakzian, A., Haghnia, G.H. and Sarcheshmehpoor, M. 2007.** The study of salinity and drought tolerance of *Sinorhizobium meliloti* isolated from province of Kerman in vivo condition. *Iranian J. Field Crop Res*, 4(2):183-195.
- Agarwal, R.L. 1980.** Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi. p. 685.
- Ahmadi, A., YazdiSamadi, B. and ZargarNataj, J. 2004.** The effects of low temperature on seed germination and seedling physiological traits in three winter wheat cultivars. *Agric. Sci. Natur. Resour*, 11:117-126.
- Akhondi, M. 2010.** Effect of PEG stress on alfalfa genotypes hydroponic environment. *Iranian Crop Science Congress Shahid Beheshti University*.
- Albeles, F.B, Lonsilk, J. 1996.** Stimulation of lettuce seed germination by ethylene, *Plant Physiology*, 44 (4): 277-280.
- Bajji, M., Kient, J.M. and Lutts, S. 2002.** Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae). *Canadian Journal of Botany*, 80(3): 297-304.
- Barka, E.A., Eullaffroy, P., Cle'ment, C. and Vernet, G. 2004.** Chitosan improves development, and protects *Vitis Vinifera L.* against *Botrytis cinerea*. *Plant Cell Reports*, 22: 608-614.
- Basra, S.M, Ullah, E, Warriach, E.A, Cheema, M.A, Afzal, I. 2003.** Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus*) seeds, *International Journal of Agriculture and Biology*, 5 (2): 117-120.
- Boonlertnirun, S., Sarobol, E.D., Meechoui, S. and Sooksathan, I. 2007.** Drought recovery and grain yield potential of rice after chitosan application. *Kasetsart Journal. (Nature Science)*, 41: 1-6.
- De, R. and R. K. Kar. 1995.** Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG 6000. *Seed Sci. and Techno*, 23:301-308.
- Devlieghere, F., Vermeulen, A. and Debevere, J. 2004.** Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables, *Food Microbiol*, 703-714.
- Du, L.V. and Tuong, T.P. 2002.** Enhancing the performance of dry-seeded rice: effects of seed priming, seedling rate and time of seedling. In: *Direct seeding: research strategies and opportunities* (Pandey, S., Mortimer, M., Wade, L., Tuong, T.P., Lopes, K., Hardy, B., eds). *International Research Institute, Manila, Philippines*, 241-256.
- Falleri, E., Muller, C. and Laroppe, E. 2004.** Effect of water stress on germination of beechnuts treated before and after storage, *Canadian Journal of Forest Research*, 34 (6): 1204-1209.
- Ghasemi-Golazani, K., Chadordooz-Jeddi, A., Nasrolahzadeh, S., and Moghadam, M. 2010.** Effects of Hydro-Priming Duration on Seedling vigour and Grain Yield of Pinto Bean (*Phaseolus vulgaris L.*) Cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1): 109-113.

- Gholami, M., Rahemi, M., and Kholdebarin, B. 2010.** Effect of drought stress induced by polyethyleneglycol9 on seed germination of four wildAlmond species, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4 (5): 785-791.
- Gupta, N., Singh, J., and Kaur, N.R. 1991.** Effect of PEG-induce water deficit on germination of chick pea cultivars differing in drought tolerance. Agronomy Journal. 107:177-182.
- Hadwiger, L.A., Klosterman, S.J. and Choi, J.J. 2002.** The mode of action of chitosan and its oligomers in inducing plant promoters and developing disease resistance in plants, in: K. Suchiva, S. Chandkrachang, P. Methacanon, M.G. Peter (Eds.), Advances in Chitin Science, 5: 452-457.
- Hamidi H. & Safarnejad, A. 2010.** Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage, American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 8(6): 705-709.
- Hardegree, S.P. and Emmerich, W.E. 1994.** Seed germination response to polyethylene glycol solution depth. Seed Sci. Technol., 22:1-7.
- Hasani, A. 2005.** Effect of polyethylene glycol stress on seed germination characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 21(4):535-543.
- Hejazi, A. 1994.** Seed technology. Tehran University Press, Chapaval, p. 442.
- Jajarmi, V. 2009.** Effect of Water Stress on Germination Indices in Seven Wheat Cultivar. Word Academy of Science, Engineering and Technology, 49: 105-106.
- Kafi, M., Nezami, A., Hosseini, H. and Masumy, A. 2005.** Physiological Effects of PEG stress on germination lentil genotypes. Iranian Journal of Field Crops Research, 3(1): 69-80.
- LowLor, D.W. 1970.** Absorption of polyethylene glycols by plants and their effects on plant growth. Newphytol, 69: 501 - 513.
- Maguire, J.D. 1962.** Speed of germination in selection and evolution for seeding vigor. Crop Science, 2(2): 176-177.
- Mahdavi, B., Modarres Sanavy S.A.M., Aghaalikhani, M. and Sharifi, M. 2013.** Effect of chitosan on safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed Germination and antioxidant enzymes activity under water stress. Plant Researches (Iranian Journal of biology), 26(3): 352-365.
- Michel, B.E. 1970.** Carbowax 6000 compared with manitolasa suppressant of cucumber hypocotyls elongation. Plant physiol, 45: 507 – 509.
- Michel, B.E. and Kaufman, M.R. 1973.** The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51: 914-916.
- Miller, T.R. and Chapman, S.R. 1978.** Germination responses of three forage grasses to different concentration of six salts. Journal of Range Management, 31(2): 123-124.
- No, H.K., Meyers, S.P., Lee, K.S. 1989.** Isolation and characterization of chitin from crawfish shell waste. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 37(3): 575-579.
- Pospieszny, H., Chirkov S. and Atabekov, J. 1991.** Induction of antiviral resistance in plants by chitosan, Plant Science, 79: 63–68.
- Ruan, S.L. and Xue Q.Z. 2002.** Effects of chitosan coating on seed germination and salt-tolerance of seedlings in hybrid rice (*Oryza sativa* L.). Acta Agronomica Sinica, 28(6): 803-808.
- Ruan, S., Xue, Q. and Tylkawska, K. 2002.** The influence of priming on germination of rice seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. Seed Science and Technology, 30(1): 61-67.
- Saidi, M., Ahmadi, A., Postini, K. and Ashraf Jafari, A. 2005.** The effect of sowing depth and short periods of water stress on ability of wheat seedlings recovery and their correlation with seedling vigor and drought tolerance. Pajouhesh Va Sazandgi, 69: 77-86.
- Salehyfar, M. 2010.** Comparison of the Effects of water stress on germination and seedling growth of 8 bean genetics. Congress of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Shahid Beheshti University.
- Sarmadnia, Gh.H. 1993.** The importance of environmental stresses on agriculture. Iranian Key articles congress Agronomy and Plant Breeding, Karaj. 157-172.
- Sharp, R.E. 2002.** Interaction with ethylene: changing views on the role of abscisic acid in root and shoot growth responses to water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 211–222.
- Singh, K.B. and Saxena, M.C. 1993.** Breeding for Stress Tolerance in Cool-Season Food Legumes. The Hague, the Netherlands: MartinusNijhoff/Junk.
- Singh, K.P. 2001.** Effect of water stress on seed germination and seedling growth of some wheat genotypes. Advance in Plant Science, 14 (1): 23 – 26.
- Stout, D. 1998.** Rapid and synchronus germination of Cicermil kvetch seed following diurnal temperature priming. Journal of Agronomy and Crop Science, 181(4): 263-266.
- Sukwattanasinitt, M., Klaikherd, A., Skulnee, K. and Aiba, S. 2001.** Chitosan as a releasing device for 2, 4-D herbicide, in: Urugami, T., Kurita, K., Fukamizo T. (Eds.). Chitin and Chitosan; Chitin and Chitosan in Life Science, Yamaguchi, p. 142–143.

- Tsonev, T.D., Lazova, G.N., Stoinova, Z.G. and Popova, L.P. 1998.** A possible role for jasmonic acid in adaptation of barley seedling to salinity stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 17(3): 153-159.
- Qadderi, A., Kamkar, B. and Soltani, A. 2008.** *Seed Science and Technology*. Press. Jahad Daneshgahi Mashad. p. 512.
- Wanichpongpan, P., Suriyachan K. and Chandkrachang S. 2001.** Effect of chitosan on the growth of Gerbera flower plant (*Gerbera jamesonii*). *Chitin and chitosan: Chitin and Chitosan in Life Science*, Yamaguchi, Japan, p. 198-201.
- Wei, S, Zang, X.M., Xue, J.P. and Xiang G. 2007.** Effect of chitosan on seeds germination and seedling physiological property of wheat. *Periodicals. Core Journals Biology Journal*, 24 (2).
- Winter, Y., House, Q.P., Xiu-juan, W., Zhi-Meng, Z. and You-rong, S. 2001.** Effect of chitosan on physiological activities in germinating seed and seedling leaves of maize. *Periodicals Hebei Vocational and Technical Teachers College Journal*, 15(4).
- Winter, Y., House, Q.P., Zhi-Meng, Z., Xiujuan, W. and Xiao-jun, H. 2002.** Germinating seed of peanut effects of chitosan on some physiological activity in germinating seed of peanut. *Core Journals Journal of peanut Science*, 31(1).
- Young, J.A., Evans, R.A., Roundy, B. and Cluff, G. 1983.** *Moisture stress and seed germination*. USDA Agricultural Research Service ARM-W-36. Oakland. CA, USA.
- Zhu, J., Kang, H., Tan, H. and Xu, M. 2006.** Effects of drought stresses induced by polyethyleneglycol on germination of *Pinus sylvestris* var. Mongolia seeds from natural and plantation forests on sandy land, *Journal of Forest Research*, 11 (5): 319-328.