



مقایسه عملکرد و کیفیت بذر ذرت هیبرید رقم 704 در رژیم‌های مختلف آبیاری و کود نیترژن در والد مادری در دو شرایط اقلیمی

فرشید حسنی^{1*}، عنایت رضوانی²، محمد رحمانی³

^{1*} استادیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی - مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران
² دکتری زراعت، محقق، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی - مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران
³ دکتری زراعت، محقق، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی - مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران

تاریخ دریافت: ؛ تاریخ پذیرش:

چکیده

به منظور بررسی تأثیر دور آبیاری و میزان مصرف نیترژن در والد مادری B73 بر عملکرد و کیفیت بذر (هیبرید ذرت رقم KSC704) آزمایشی در سال 1392 به صورت طرح کرت‌های خرد شده نواری در دو منطقه اصلی تولید بذر ایران یعنی کرمانشاه و مغان اجرا شد. برای تولید این هیبرید، والد مادری توسط والد پدری (لاین Mo17) همان کرت گرده‌افشانی گردید. نتایج نشان داد که در منطقه کرمانشاه، با استفاده از ترکیب تیماری 300 یا 400 کیلوگرم نیترژن خالص و دور آبیاری هفت یا نه روزه و در منطقه مغان 400 کیلوگرم نیترژن خالص و دور آبیاری نه روزه بالاترین عملکرد بذر والد مادری و نیز بالاترین وزن هزاردانه بدست آمد. از نظر تأثیر تیمارها بر کیفیت فیزیولوژیک بذرها هیبرید تولید شده بر روی والد مادری، هر چند استفاده از کود نیترژن به میزان 400 کیلوگرم، موجب بالاترین درصد جوانه‌زنی استاندارد (به ترتیب 95 و 92 درصد برای بذرها کرمانشاه و مغان) در آزمایشگاه شد، ولی بالاترین درصد سبز شدن و استقرار در مزرعه (به ترتیب 68/7 و 73/5 درصد) در این دو منطقه در بذرهایی با مصرف 300 و 200 کیلوگرم نیترژن بدست آمد. بنابراین برای تولید بذرها با قدرت بالا به خصوص برای کشت در شرایط گرم تابستانه ایران، استفاده از دور آبیاری نه روزه و مصرف نیترژن خالص به میزان 200 تا بیشینه 300 کیلوگرم قابل توصیه است. مصرف آب و نیترژن اضافی اثر معنی‌داری بر کیفیت و عملکرد بذر ندارد و موجب هدر رفت منابع آبی کشور و آلودگی محیط می‌شود.

واژه‌های کلیدی: استقرار مزرعه، بذر ذرت، تغذیه معدنی، لاین ذرت، مصرف آب.

مقدمه

استفاده از بذرهای قوی در کشاورزی منجر به جوانه‌زنی سریع و یکنواخت و کامل بذر و رسیدن به تراکم گیاهی مطلوب گردیده و این امر به نوبه خود موجب رشد سریع گیاه خواهد شد. از طرفی رشد سریع گیاهچه به نوبه خود باعث دریافت بیشتر تشعشع خورشیدی و افزایش عملکرد می‌گردد (لوپز و همکاران، 1996؛ تکرونی و همکاران، 1997؛ سلطانی و همکاران، 2002). هنگامی که تراکم گیاهی از حد عادی کمتر باشد اثر قدرت بذر ذرت بر عملکرد اهمیت می‌یابد، زیرا بوته‌های باقی‌مانده قادر به جبران تراکم نیستند (خواه و همکاران، 1989).

کیفیت بذر به صورت مجموع ویژگی‌های بذر است که از نمو بذر روی بوته مادری تا جوانه‌زنی بذر کسب می‌شود و شامل قدرت بذر، قابلیت حیات بذر، رسیدگی و تحمل پسابدگی، ارزیابی‌های تجاری عملکرد بذر و وزن هزار دانه می‌باشد (کرانر و همکاران، 1989) و در عمل خلوص گونه و رقم، اندازه بذر، خلوص فیزیکی، جوانه‌زنی، قدرت بذر، محتوی رطوبتی بذر و سلامت بذر را در بر می‌گیرد (هامپتون و همکاران، 1989). جزء مهم کیفیت بذر یعنی قدرت بذر توسط انجمن بین‌المللی آزمون بذر¹ بصورت "مجموع ویژگی‌هایی که فعالیت بالقوه بذر یا محموله بذری را در حین ظاهر شدن گیاهچه مشخص می‌کند" و توسط انجمن تجزیه گران رسمی بذر² (2009) به صورت "خصوصیاتی از بذر که که پتانسیل ظهور سریع و یکنواخت و نمو طبیعی گیاهچه را در دامنه وسیعی از شرایط مزرعه تعیین می‌کند" تعریف شده است.

مقدار و کیفیت آندوسپرم بذر نیز از عوامل مهم و تأثیرگذار در جوانه‌زنی و رشد اولیه بذر است و نیتروژن نقش مهمی در محتوای پروتئین و اندوخته بذر دارد. مطالعات نشان داده است که افزایش پروتئین دانه گندم، جوانه‌زنی و قدرت بذر را بهبود می‌دهد و به دنبال آن عملکرد محصول افزایش می‌یابد (اکرم‌قادری و همکاران، 2008). از سوی دیگر، مصرف بسیار زیاد نیتروژن در تولیدات کشاورزی باعث تحمیل هزینه‌های تولید و توزیع، افزایش رشد رویشی، خوابیدگی بوته‌ها، خروج از سیستم گیاه-خاک و آلودگی زیست محیطی می‌شود. همچنین به دلیل بر هم خوردن موازنه عناصر، ممکن است دوره رشد گیاه طولانی‌تر گردد و با تاخیر در رسیدن محصول، اثر منفی بر کیفیت بذر داشته باشد (تایز

*نویسنده مسئول: farshid.shz@gmail.com

¹International seed testing association

²Association official for seed analysts

و زایگر، 1998). عوامل مختلفی بر عملکرد مزرعه و کیفیت فیزیولوژیک بذر تولید شده از زمان کاشت گیاه مادری تا زمان برداشت و پس از آن تأثیر می‌گذارند. ژنوتیپ، مدیریت‌های زراعی و محیط از جمله این عوامل می‌باشند. از میان این عوامل تغذیه گیاه مادری، میزان دسترسی به آب، تاریخ کاشت، تراکم کاشت و تنش‌های دوران رشد بر کیفیت و کمیت بذر تولیدی بسیار اثرگذار می‌باشند. گیاه ذرت کودپذیری بالایی دارد و با توجه به تحقیقات انجام شده، نسبت به کاربرد کودها به خصوص نیتروژن، واکنش خوبی نشان می‌دهد (نوابی و ملکوتی، 1378).

مطالعاتی در خصوص اثر مدیریت زراعی آبیاری و تغذیه گیاهی بر کمیت و کیفیت فیزیولوژیک بذر گیاهان مختلف انجام گرفته است. در بررسی تغذیه نیتروژنی گندم رقم سایونز گزارش شد که بذور حاصل از مصرف 240 کیلوگرم کود اوره درهکتار و آبیاری در پتانسیل آب صفر و منهای چهار بار، بالاترین درصد جوانه‌زنی را در بذره‌های تولید شده نشان داد (یزدانی و همکاران، 1389).

در بررسی روش‌های آبیاری و سطح نیتروژن بر کمیت و کیفیت بذر چغندر قند نیز گزارش شد که عملکرد کمی بذر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن قرار گرفت و عدم مصرف نیتروژن موجب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر گردید. در این تحقیق مصرف 120 کیلوگرم کود نیتروژن برای دستیابی به بالاترین عملکرد بذر استاندارد و بیشینه درصد جوانه‌زنی توصیه شد (میرزایی و همکاران، 1390). در بررسی اثر تنش خشکی و آبیاری بر کیفیت بذر سویا گزارش شد که آبیاری موجب افزایش عملکرد بذر و تعداد بذر در همه ارقام شده و تنش خشکی درصد جوانه‌زنی استاندارد بذر به خصوص بعد از گلدهی تا پایان پر شدن بذر را کاهش داد (هیتلری، 1992). بر اساس یافته‌های پژوهشی دیگر مشخص شد که افزایش تنش خشکی موجب افزایش درصد گیاهچه‌های غیر عادی در مراحل جوانه‌زنی گردید (صادقیان و همکاران، 2004). همچنین بررسی اثر محدودیت آب در مزرعه بر روی کیفیت بذر ذرت نشان داد که محدودیت آب در بذر ذرت و سورگوم تأثیری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی استاندارد و هدایت الکتریکی بذر نداشت، ولی بر عملکرد بذر اثر قابل ملاحظه‌ای داشت (قاسمی گلعدانی و همکاران، 1997).

با توجه به اینکه حدود 70 درصد کاشت ذرت در ایران به‌صورت کشت دوم تابستانه و در حداکثر دمای بالاتر از 35 درجه سانتی‌گراد در زمان کاشت انجام می‌شود، این امر هر ساله منجر به بروز مشکل استقرار بذر در مزارع و کاهش تراکم مطلوب می‌گردد. از این‌رو تولید بذره‌های قوی برای چنین شرایطی می‌تواند راهکار موثری در کاهش بدسبزی و نیز افزایش سرعت استقرار و قدرت گیاهچه در مزرعه باشد. یکی از روش‌های تولید بذر قوی، بررسی تأثیر مدیریت تغذیه‌ای و آبیاری بر کیفیت و استقرار بذر

تولید شده در مزرعه است که می‌تواند اثر قابل توجه‌ای در تولید بذر در مزرعه داشته باشد. لاین‌های خالص ذرت به دلیل انحطاط ناشی از خودگشنی³، ضعیف بوده و در جذب مواد غذایی نسبت به هیبریدهای ذرت بسیار ضعیف‌تر هستند. از این رو بر اساس مشاهدات میدانی انجام گرفته، در برخی مزارع تولید بذر ذرت در ایران حتی بیش از یک تن کود اوره مصرف می‌شود تا بدون در نظر گرفتن اثر آن بر کیفیت بذر، عملکرد بالاتری بدست آید. همچنین آبیاری این قبیل مزارع در مقایسه با هیبریدهای ذرت، بسیار بیشتر انجام می‌شود که اثرات منفی و مثبت این عملیات زراعی بر شاخص‌های مربوط به عملکرد در مزرعه تولید بذر و نیز کیفیت جوانه‌زنی و سبز شدن بذرهای تولید شده در مزارع تولید دانه یا علوفه ذرت هنوز به‌طور دقیق بررسی نشده است. هدف از این پژوهش تعیین مناسب‌ترین میزان کاربرد کود نیتروژن و دور آبیاری در والد مادری برای تولید بذر هیبرید ذرت رقم سینگل کراس 704 با عملکرد و کیفیت فیزیولوژیک مطلوب در شرایطی مشابه شرایط کشاورزان تولیدکننده بذر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی 1392 در مزارع پژوهشی دو ایستگاه تحقیقاتی مناطق کرمانشاه و مغان انجام شد. ایستگاه پارس آباد مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان) دارای متوسط بارندگی سالانه 275 میلی‌متر، دمای متوسط 14/6 درجه سانتی‌گراد و ارتفاع از سطح دریا 50 متر با مختصات جغرافیایی 37 درجه و 45 دقیقه تا 39 درجه و 42 دقیقه عرض شمالی و 47 درجه و 30 دقیقه تا 48 درجه و 55 دقیقه طول شرقی می‌باشد. ایستگاه تحقیقاتی ماهیدشت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه دارای متوسط بارندگی سالانه 350 میلی‌متر، دمای متوسط 14/4 درجه سانتی‌گراد، با مختصات جغرافیایی 46 درجه و 50 دقیقه طول شرقی و 34 درجه و 16 دقیقه عرض شمالی، ارتفاع از سطح دریا 1380 متر و در کیلومتر 20 جاده کرمانشاه به اسلام‌آباد غرب واقع شده است.

برای تعیین بافت خاک مزارع آزمایشی، با استفاده از اوگر دستی، نمونه‌برداری از خاک به‌صورت تصادفی تا عمق 60 سانتی‌متری و به روش Z (زیگزگ) انجام شد. پس از مخلوط کردن نمونه‌ها، یک

³. Inbreeding depression

نمونه تهیه و با انجام آزمایش هیدرومتری، که در آزمایشگاه خاک‌شناسی صورت گرفت، مشخصات خاک و مقدار عناصر P، N، K در هر منطقه در جدول 1 آورده شده است.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزارع تحت آزمایش در کرمانشاه و مغان

منطقه	شوری (dS/m)	اسیدیته	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	نیتروژن خالص (%)	رس (%)	لوم (%)	شن (%)	بافت
مغان	0/81	8/02	11/2	348/8	0/1	41	42	17	رسی - سیلتی
کرمانشاه	1/41	7/38	14/6	310	0/16	10	40	50	لومی-رسی

تیمارهای آزمایش شامل دوره‌های مختلف آبیاری در چهار سطح (7، 9، 11 و 13 روز یک‌بار) به عنوان کرت اصلی و کاربرد کود نیتروژن در چهار سطح (200، 300، 400 و 500 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) به صورت سه تقسیط به عنوان کرت فرعی بودند. از کود اوره برای تغذیه نیتروژنی گیاه استفاده شد. یک سوم کود اوره به صورت کود پایه قبل از کاشت و یک سوم در مرحله 8-10 برگی و یک سوم آخر نیز قبل از گلدهی به خاک اضافه گردید و سپس آبیاری به صورت نشتی انجام شد. در هر کرت آزمایشی، 12 ردیف از والد مادری (لاین خالص B73cms) و شش ردیف از والد پدری (لاین خالص MO17) به طول پنج متر کاشته شد. الگوی کشت به صورت چهار ردیف والد مادری و دو ردیف والد پدری بود. برای همزمانی گرده‌افشانی، ردیف‌های پدری در دو تاریخ متفاوت، پس از جوانه‌زنی ردیف مادری در زیر خاک و دیگری پس از خروج کولئوپتیل گیاهچه مادری از خاک کشت شدند تا بر اساس دستورالعمل تولید بذر هیبرید این رقم، بیشینه همزمانی در گرده افشانی و تلقیح بلال مادری توسط گرده ردیف‌های پدری حاصل شود. فواصل ردیف 75 سانتی‌متر و فواصل بوته 18 سانتی‌متر بود. از مرحله 3-4 برگی تیمار آبیاری آغاز گردید. با توجه به اینکه در مزارع کشاورزان، تنظیم عملیات آبیاری بر اساس نوبت و دور آبیاری انجام می‌شود بنابراین در هر مرحله، بر اساس عرف منطقه، آبیاری بر اساس تیمارها به صورت دوره‌های مختلف آبیاری 7، 9، 11 و 13 روز یک‌بار انجام شد. پس از رسیدگی، بلال‌های بوته‌های مادری دو ردیف وسط برداشت و در هوای آزاد خشک شدند. با سنجش مداوم رطوبت بذر با دستگاه رطوبت سنج و رسیدن آن به 14 درصد، اندازه‌گیری اجزاء عملکرد شامل تعداد ردیف دانه در بلال و تعداد دانه در هر ردیف بلال در 10 بلال تصادفی انجام شد. پس از

جداکردن بذرها از بلال، وزن هزار بذر با شمارش و توزین 1000 بذر از نمونه تصادفی و نهایتاً عملکرد در واحد سطح با توزین کل بذرها دو ردیف و تبدیل سطح برداشت به هکتار محاسبه شد.

آزمون جوانه‌زنی استاندارد: این آزمون بر پایه روش انجمن بین‌المللی بذر در چهار تکرار با روش حوله‌ی کاغذی انجام شد. نمونه‌ها به مدت هفت روز در ژرمیناتور با دمای 25 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس تعداد گیاهچه‌های عادی، غیرعادی و جوانه نرزه با استفاده از دستورالعمل ارزیابی گیاهچه انجمن بین‌المللی آزمون بذر⁴ (2013) شمارش و میانگین آنها یادداشت شد.

ارزیابی مزرعه‌ای: تعداد 300 عدد بذر از محموله‌های تولیدشده در سه تکرار به صورت کشت تابستانه در نیمه مرداد در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج کشت شدند. پس از شروع سبز شدن، تعداد بذرها سبز شده روزانه شمارش گردید. شمارش زمانی پایان یافت که تعداد بذرها سبز شده تا سه روز اضافه نگردید. درصد نهایی ظهور در مزرعه محاسبه شد. محاسبات آماری ابتدا با آزمون فرض تجزیه واریانس در نرم‌افزار SAS انجام شد. پس از تبدیل لگاریتمی و آرک‌سینوسی داده‌های غیر نرمال، ابتدا آزمون بارتلت برای امکان تجزیه مرکب و سپس تجزیه واریانس انجام شد و از مقایسه میانگین صفات با روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 1 و 5 درصد با استفاده از نرم افزار SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

با توجه به انجام آزمون بارتلت و غیر یکنواخت بودن واریانس اشتباهات در بین دو منطقه، امکان انجام تجزیه مرکب و مقایسه دو اقلیم فراهم نبوده و تجزیه واریانس اثر تیمارها بر وزن هزار دانه و عملکرد مزرعه تولید بذر و نیز شاخص‌های کیفیت فیزیولوژیک بذر تولید شده، به صورت جداگانه برای هر منطقه انجام شد. به دلیل عدم ضرورت و مشخص بودن معنی‌داری اثرات در جدول مقایسه میانگین‌ها، از درج جدول تجزیه واریانس خودداری گردید. با توجه به معنی‌داری اثرات ساده و بر هم‌کنش، مقایسه میانگین اثرات ساده دور آبیاری و نیتروژن به تفکیک در کرمانشاه (جدول 2) و مغان (جدول 4) و مقایسه میانگین اثرات بر هم کنش دور آبیاری و نیتروژن نیز در کرمانشاه (جدول 3) و مغان (جدول 5) آورده شده است.

4. International seed testing association (ISTA)

وزن هزاردانه: اثر مقادیر مختلف نیتروژن خالص و سطوح آبیاری و نیز اثر بر هم کنش کود و آبیاری بر وزن هزاردانه در منطقه کرمانشاه معنی‌دار بود (جدول 2 و 3). در مقایسه میانگین اثر بر هم کنش تیمارها بر این صفت (جدول 3)، مشاهده شد که بیشینه وزن هزاردانه از ترکیب تیماری دور آبیاری ۳ روز و مقدار 300 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد. هر چند تفاوت آن با ترکیب تیماری دور آبیاری ۳ روز و مصرف نیتروژن خالص 200 و 400 کیلوگرم در هکتار معنی‌دار نبود.

جدول 2- اثرات ساده دور آبیاری و سطوح مصرف نیتروژن خالص والد مادری بر وزن هزار دانه، عملکرد مزرعه تولید بذر و نیز شاخص‌های کیفیت فیزیولوژیک بذر تولید شده در کرمانشاه

دور آبیاری (روز)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد گیاهچه عادی	درصد ظهور مزرعه
7	231/3 b	3991 a	99/3 a	67/3a
9	253/7 a	4361 a	100 a	66/5a
11	217/3 c	3169 c	90/5 b	64/3b
13	230/0 b	2319 d	87/1 c	65/0b
نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)				
200	232/0 b	3230 b	93/7 b	64/5b
300	235/0 a	3722 a	93/8 b	68/7a
400	235/0 a	3716 a	94/9 a	66/3b
500	230/0 b	3072 b	94/5 ab	61/5c

† میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول 3- اثرات متقابل دور آبیاری و سطوح مصرف نیتروژن خالص و والد مادری بر وزن هزار دانه، عملکرد مزرعه تولید بذر و نیز شاخص‌های کیفیت فیزیولوژیک بذر تولید شده در کرمانشاه

دور آبیاری (روز)	نیتروژن خالص) (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد گیاهچه عادی در	درصد ظهور
7	200	236bcde	3665bcdef	99/5 a	71bc
	300	235bcde	4750 ab	98/3b	64bcd
	400	240bcd	4984a	100 a	70 bc
	500	214de	2565f	99/75 a	64bcd
9	200	250ab	4165 abcd	100 a	64bcd
	300	270a	4241abc	100 a	77a
	400	251 ab	4863 ab	100 a	71bc
	500	244 bc	4176 abcd	100 a	54d
11	200	214de	3380cdef	90 d	57cd
	300	213de	3348cdef	90/3cd	66bcd
	400	210e	2928 ef	91/3c	68abc
	500	231bcde	3023 ef	90/5cd	66bcd
13	200	228bcde	1712f g	85/3h	66abcd
	300	222cde	2550f	86/7ef g	68abc
	400	240bcd	2490f	88/5 e	64bcd
	500	232bcde	2524f	87/7ef	62bcd

† میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج آزمایش در منطقه مغان نیز نشان داد تفاوت بین تیمارها از نظر وزن هزاردانه معنی‌دار بود (جدول 4). در مقایسه میانگین اثر بر هم کنش تیمارها بر این صفت (جدول 5)، مشاهده شد که بیشینه وزن هزاردانه از ترکیب تیمار دور آبیاری نه روزه و مقدار 400 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد. هر چند تفاوت آن با ترکیب تیمار دور آبیاری نه روزه و مصرف نیتروژن خالص 200 و 500 کیلوگرم در هکتار و نیز دور آبیاری نه روزه و مصرف نیتروژن خالص در تمام سطوح معنی‌دار نبود. وزن هزار بذر یکی از اجزاء مهم عملکرد محسوب شده و بالا بودن وزن هزار بذر در صورت کاهش نیافتن تعداد بذر، منجر به افزایش عملکرد می‌گردد. وزن بذر ذرت در اوایل دوره بعد از کاکل‌دهی یعنی هنگام تعیین تعداد سلول‌های آندوسپرم و نیز در دوره پر شدن و تأمین مواد فتوسنتزی کافی برای بلال عامل مهم و تعیین‌کننده‌ای برای تعداد و وزن بذربوده است. از این‌رو تأمین کافی نیتروژن خالص و آب در دسترس امکان استفاده از مواد فتوسنتزی را بهبود داده و وزن هزار بذر افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش با نتایج تحقیقات دیگر محققان مطابقت دارد (حمیدی و همکاران، 1375؛ لک و همکاران، 1385).

جدول 4- اثرات ساده دور آبیاری و سطوح مصرف نیتروژن خالص والد مادری بر وزن هزار دانه،

عملکرد مزرعه تولید بذر و نیز شاخص‌های کیفیت فیزیولوژیک بذر تولید شده در مغان				
دور آبیاری (روز)	وزن هزار دانه	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد گیاهچه عادی در آزمون	درصد ظهور مزرعه
7	253/0a	3540 a	85/0bc	68/2a
9	257/0a	3344 a	92/2 a	67/8 a
11	237/5 b	3120 a	89/0ab	67/0a
13	241/0b	2710 b	78/8 c	65/5b
نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)				
وزن هزار دانه	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد گیاهچه عادی در آزمون	درصد ظهور مزرعه	نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)
238/7 c	3115 ab	.85/3 b	73/5a	200

66/5b	89/8 a	3244 a	249/0a	300
66/5b	91/7 a	3337 a	253/0a	400
64/0b	87/9 ab	3018 b	246/0b	500

† میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

عملکرد دانه: اثر ساده مقادیر مختلف نیتروژن خالص و سطوح آبیاری و اثر بر هم کنش کود و آبیاری بر عملکرد دانه در منطقه کرمانشاه بر میزان بروز این صفت معنی‌دار بود (جدول 2 و 3). در مقایسه میانگین اثر بر هم کنش تیمارها بر این صفت (جدول 3)، مشاهده شد مصرف 300 و 400 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌طور معنی‌داری عملکرد را نسبت به دو تیمار دیگر افزایش داد. همچنین بررسی مقایسه میانگین اثرات بر هم کنش نشان داد بالاترین عملکرد دانه از ترکیب تیمار دور آبیاری هفت روز و مقدار 400 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص حاصل شد. هر چند تفاوت آن با ترکیب تیماری دور آبیاری هفت روز و کاربرد 300 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و نیز دور آبیاری نه روزه و مقادیر مختلف مصرف نیتروژن خالص به لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار نداشت.

در منطقه مغان، اثر ساده مقادیر مختلف نیتروژن خالص و سطوح آبیاری و اثر بر هم کنش کود و آبیاری بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول 2 و 3). در مقایسه میانگین اثر بر هم کنش این صفت (جدول 3)، مشخص شد که بیشینه عملکرد دانه از ترکیب تیمار دور آبیاری نه روزه و مقدار 400 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد. هر چند تفاوت آن با ترکیب تیماری دور آبیاری هفت روزه و مصرف 500 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص معنی‌دار نبود.

جدول 5- اثرات متقابل دور آبیاری و سطوح مصرف نیتروژن خالص والد مادری بر وزن هزار دانه، عملکرد مزرعه تولید بذر و نیز شاخص‌های کیفیت فیزیولوژیک بذر تولید شده در کرمانشاه.

دور آبیاری (روز)	نیتروژن خالص (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	درصد گیاهچه عادی در آزمایشگاه	درصد ظهور مزرعه
7	200	236 ab	3485 bc	91/5cd	78 a
	300	256a	3531 bc	94/3bc	66 cde
	400	263 a	3492 bc	95/3ab	71 bc
	500	258 a	3654 ab	97a	58 fg
9	200	247 cd	3240 cd	88/5 de	61bc
	300	257 ab	3500 bc	92/7cd	58fg
	400	267 a	3780 a	94/7bc	54g
	500	258 ab	2857 d	96a	58fg
11	200	239 d	3039cd	86/5 def	78 a
	300	230 d	3194 cd	89/3cde	61 ef g
	400	244 bc	3157cd	91cd	67cde
	500	229 e	3084 cd	87/25 e	62 def
13	200	233 d	2696 d	75g	65 cde
	300	253 ab	2753 d	83 ef	69 cd
	400	238 cd	2921 d	86e	62 def
	500	240 bc	2479e	71/25 h	66cde

† میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری ندارند.

بر اساس نتایج این پژوهش مشخص شد که با افزایش تعداد دفعات آبیاری و مصرف بیشتر نیتروژن خالص به دلیل تأمین منابع مورد نیاز گیاه مادری عملکرد بذر هم افزایش یافت که با نتایج تحقیقات لام و همکاران (1995) مطابقت دارد. البته این افزایش تا زمانی بود که آب فراوان موجب ایجاد شرایط غرقابی و مشکل تهویه خاک برای گیاه نگردد و نیز میزان بالای مصرف نیتروژن باعث ایجاد حالت سمیت در گیاه نشود. همان‌طور که در نتایج آمده است مصرف 500 کیلوگرم نیتروژن نسبت به مصرف 400 کیلوگرم نیتروژن موجب کاهش معنی‌دار عملکرد شد. در تحقیقی که توسط باقری و شهبازی (1390) انجام شد با افزایش مقدار نیتروژن، تعداد دانه در بلال و عملکرد افزایش یافت. ولی بین مقدار 225 و 150 کیلوگرم در هکتار نیتروژن تفاوتی از نظر آماری مشاهده نگردید. البته برخی از محققان افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بلال و عملکرد را با افزایش نیتروژن گزارش نموده‌اند (حمیدی و همکاران، 1379؛ لک و همکاران، 1385؛ لک و همکاران، 1386؛ صادقی و بحرانی، 1380؛ کافی قاسمی و اصفهانی، 1384؛ کاستا و همکاران، 2002). اما اثرات نامطلوب مصرف بیش از حد آستانه را بررسی نکردند. آنها اعلام کردند، مصرف مقادیر بیشتر نیتروژن موجب افزایش فراهمی مواد پرورده برای بلال از راه دوام فتوسنتز شده و تعداد دانه در بلال و عملکرد را افزایش می‌دهد.

با توجه به اینکه وزن هزار دانه رابطه‌ی معکوسی با تعداد دانه در بلال دارد، به همین جهت وزن هزار دانه با افزایش مصرف نیتروژن کاهش یافته است. با توجه به نتایج آزمایش، به نظر می‌رسد افزایش مصرف نیتروژن به دلیل افزایش تعداد دانه به کاهش وزن هزار دانه منجر می‌شود. علت این امر را می‌توان در نتیجه تجمع مواد حاصل از اسیمیلایون در تعداد زیادی دانه ذکر کرد که باعث می‌شود با افزایش تعداد دانه در بلال، مقدار ماده‌ی فتوسنتزی کمتری به سمت دانه‌ها انتقال یافته و نهایتاً منجر به کاهش وزن هزار دانه شده است. کاهش وزن دانه در نتیجه افزایش تعداد دانه توسط چوگان و مساوات (1379) گزارش شده است.

بررسی‌ها نشان داد که عملکرد ذرت بذری در منطقه کرمانشاه بیشتر از منطقه مغان بود که نشانگر این است که عملکرد ذرت تحت تأثیر منطقه کشت و شرایط آب و هوایی می‌باشد. اما در شرایط کمبود آب در منطقه و آبیاری ناکافی، توصیه می‌گردد، مقدار مصرف نیتروژن خالص نیز کمتر گردد تا عملکرد بهتری بدست آید. اما در شرایطی که آبیاری‌ها با فاصله زمانی کمتری صورت گیرد استفاده از کود نیتروژنه بیشتر برای جبران آبشویی عناصر قابل توصیه است. نتایج گزارش شده توسط محققان دیگر

نشان داد که در شرایط فراهمی آب با افزایش میزان نیتروژن خالص بیشینه عملکرد دانه در ذرت بدست آمد (حمیدی، 1375؛ قاسمی گلعدانی و همکاران، 1997؛ اسکندری، 1379؛ صادقی و بحرانی، 1380). بنابراین تأثیر رژیم آبیاری و مصرف نیتروژن خالص در دو منطقه تولید بذر کشور متفاوت عمل کرده است. در منطقه کرمانشاه که از نظر رطوبت نسبی هوا و بارندگی اقلیم خشک‌تری نسبت به مغان محسوب می‌شود، استفاده از دفعات آبیاری بیشتر و مصرف کود کمتر نسبت به منطقه مغان برای حصول عملکرد بالا نیاز بود. ولی در هر دو منطقه دور آبیاری 13 روزه کمترین عملکرد را در سطوح مختلف نیتروژن خالص ایجاد کرد. همچنین در هر دو منطقه دور آبیاری 9 روزه با مصرف 400 کیلوگرم نیتروژن خالص، بالاترین وزن هزار بذر را بوجود آورد. وزن هزار بذر به دلیل تعیین اندوخته غذایی بذر برای جوانه‌زنی و بیرون آمدن از خاک، مهم‌ترین شاخص فیزیکی اجزاء عملکرد است که با کیفیت بذر مرتبط است.

درصد جوانه‌زنی استاندارد بذرها تولید شده: نتایج مقایسه میانگین اثر مقادیر نیتروژن خالص و سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل کود و آبیاری بر درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد در منطقه کرمانشاه نشان داد که هم اثرات اصلی و هم اثرات متقابل معنی‌دار بود (جدول 2 و 3). نتایج نشان داد استفاده از دور آبیاری 7 و 9 روزه، بطور معنی‌داری موجب افزایش درصد گیاهچه‌های عادی در آزمایشگاه نسبت به تیمارهای دور آبیاری 11 و 13 روز شد (جدول 2). همچنین استفاده از 400 و 500 کیلوگرم نیتروژن بطور معنی‌داری موجب افزایش درصد گیاهچه عادی در آزمایشگاه شد. در بررسی اثرات متقابل (جدول 3)، مشاهده شد که بالاترین درصد گیاهچه عادی از ترکیب تیمار دور آبیاری 9 روزه و سطوح مختلف نیتروژن خالص و نیز دور آبیاری هفت روز و سطوح 200، 400 و 500 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به دست آمد. در منطقه مغان نیز اثرات ساده و متقابل تیمارها بر درصد گیاهچه عادی در آزمایشگاه معنی‌دار بود (جدول 4 و 5). دور آبیاری 9 روزه بالاترین و دور آبیاری 13 روزه پایین‌ترین درصد گیاهچه عادی را در آزمایشگاه نتیجه داد (جدول 4). همچنین مصرف 300 و 400 کیلوگرم ازت بطور معنی‌داری موجب تولید بذرهایی با درصد گیاهچه عادی بالاتر در آزمایشگاه شد. در مقایسه میانگین اثر متقابل دو تیمار (جدول 5)، مشاهده شد که بالاترین درصد گیاهچه عادی از ترکیب تیمار دور آبیاری هفتو 9 روزه و 500 کیلوگرم در هکتار

نیترژن خالص به دست آمد. هر چند اختلاف آن با ترکیب تیماری دور آبیاری هفت روزه و مصرف 400 کیلوگرم نیترژن خالص معنی‌دار نبود.

درصد سبز شدن بذرهاى تولید شده در مزرعه: نتایج مقایسه میانگین اثر ساده مقادیر نیترژن خالص و سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل آنها بر درصد سبز شدن بذر در مزرعه در منطقه کرمانشاه معنی‌دار بود (جدول 2 و 3). دور آبیاری 7 و 9 روز به‌طور معنی‌داری موجب تولید بذرهایی با درصد ظهور بالاتر نسبت به دو تیمار دیگر شد (جدول 2). همچنین استفاده از تیمار کودی 300 کیلوگرم نیترژن به‌طور معنی‌داری باعث تولید بذرهایی با درصد ظهور بیشتر نسبت به سایر تیمارها گردید. در مقایسه میانگین اثر بر هم کنش دو تیمار (جدول 3)، مشاهده شد که بالاترین درصد ظهور در مزرعه با انتخاب دور آبیاری ۹ روزه و مقدار 300 کیلوگرم در هکتار نیترژن خالص به دست آمد.

در منطقه مغان نیز اثرات اصلی و اثر بر هم‌کنش تیمارها بر درصد سبز شدن بذر در مزرعه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر ساده دور آبیاری بر درصد سبز شدن نشان داد که بین تیمارهای 7، 9 و 11 روز از نظر این صفت تفاوت معنی‌دار وجود ندارد و فقط تیمار دور آبیاری 13 روزه به‌طور معنی‌داری موجب کاهش درصد سبز شدن شد (جدول 4). همچنین استفاده از 200 کیلوگرم کود نیترژن به‌طور معنی‌داری موجب تولید بذرهایی با درصد ظهور بالاتر نسبت به سایر تیمارها گردید. در مقایسه میانگین اثر بر هم‌کنش نیترژن خالص و دور آبیاری (جدول 5) در منطقه مغان مشاهده شد که بیشترین درصد سبز شدن با اعمال دور آبیاری هفت روزه و مصرف 200 کیلوگرم نیترژن خالص در هکتار بدست آمد. هر چند با تیمار دور آبیاری 11 روزه و مقدار 200 کیلوگرم در هکتار نیترژن خالص تفاوت معنی‌داری نداشتند.

لاین‌های والدین ذرت به دلیل پدیده انحطاط ناشی از خودگشنی ضعیف شده‌اند، از این رو به شدت نسبت به تمامی پدیده‌های محیطی واکنش یا انعکاس شدید نشان می‌دهند. به‌طوری که هر نوع تنش محیطی مانند تنش‌های زنده و غیر زنده مخصوصاً تنش کم آبی و باد گرم و خشک در نهایت به پیری زودرس منجر می‌شود که عامل بسیار مهمی در کاهش عملکرد است (چوگان، 1384). ریسک عملکرد مطلوب برای لاین‌های خالص در شرایط مختلف محیطی بسیار بالاست و به همین دلیل تفاوت در عملکرد بذر در دو منطقه کرمانشاه و مغان مشاهده شد. در این پژوهش کاشت بذر لاین‌های مادری و پدری در اواخر اردیبهشت ماه انجام شد. حساس‌ترین زمان برای لاین‌ها از جهت انجام فتوسنتز توسط

برگ‌ها و تجمع ماده خشک ماه‌های خرداد و تیر و مرداد می‌باشد. تعداد ساعات آفتابی در سه ماه مذکور در کرمانشاه بیشتر از مغان بود. با توجه به اینکه ساعات آفتابی کرمانشاه نسبت به مغان بالاتر است، در نتیجه با استفاده از همان تیمارهای کودی و دور آبیاری، مشاهده شد که میزان عملکرد بذر در هکتار کرمانشاه به دلیل تشعشع بیشتر و استفاده بهتر از مواد غذایی و آب، بالاتر از مغان بود. تحقیقات نشان داد کمبود آب از راه تأثیر مستقیم بر متابولیسم بذر، باعث کاهش حداکثر درصد جوانه‌زنی بذرهای برداشت شده در شرایط تنش آبی گردید. همچنین مشخص شد که اعمال کمبود آب در گیاه مادری درصد جوانه‌زنی بذرهای حاصل از آن را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش درصد جوانه‌زنی ارقام گردید. تنش آبی در مراحل رشدی گیاه باعث تولید بذرهایی با کیفیت پایین می‌گردد، زیرا در این شرایط نشت مواد از پوسته بذر افزایش می‌یابد که این امر به علت پوسته آسیب دیده بذر، سهولت پاره شدن پوسته و افزایش نفوذپذیری غشا سلولی است (ویرا و همکاران، 1992). در آزمایشی دیگر گزارش شد که درصد گیاهچه‌های عادی بذر تولید شده با کاهش آبیاری افت معنی‌داری داشتند (سلطانی و همکاران، 1992). نتایج تحقیق حاضر با گزارش‌های دیگر محققان که شرایط کم آبیاری و یا تنش خشکی را بر کاهش درصد جوانه‌زنی و سرعت استقرار در مزرعه بسیار مؤثر دانسته و تأیید کردند که این شرایط به طور مشخص عامل کاهش این شاخص‌ها خواهد شد، مطابقت دارد (افشار، 1376؛ مهدی‌زاده، 1378؛ پیرزاد و همکاران، 1390).

نتیجه گیری

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد کاهش دور آبیاری از 9 به 7 روز تا حدودی موجب بروز مشکل غرقابی در مزرعه شده تأثیر معنی‌داری در افزایش کمیت و کیفیت فیزیولوژیک بذر ندارد. همچنین افزایش دور آبیاری به 13 روز، با افزایش مصرف نیتروژن از 300 به 400 و یا 500 کیلوگرم در هکتار، اثر معنی‌داری بر افزایش کمیت بذر نداشت. هر چند این میزان مصرف موجب افزایش درصد گیاهچه عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد گردید ولی موجب حساسیت در گیاه و کاهش قدرت بذر در مرحله سبز شدن در مزرعه گردید. نتایج این پژوهش نشان داد که رژیم آبیاری و مصرف نیتروژن خالص در دو منطقه تولید بذر کشور از نظر تأثیر بر میزان عملکرد و کیفیت بذر متفاوت عمل کرده است. هر چند در مورد کیفیت بالقوه بذر یعنی درصد گیاهچه عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد

استفاده از مقادیر زیاد نیتروژن خالص همراه با دفعات بیشتر آبیاری در هر دو منطقه کرمانشاه و مغان منجر به دستیابی به بالاترین درصد جوانه‌زنی استاندارد گردید، اما در شرایط مزرعه، بالاترین درصد ظهور در مقادیر کمتر نیتروژن خالص و در دفعات آبیاری بیشتر در کرمانشاه و مغان به وقوع پیوست. بدین ترتیب بر اساس نتایج حاصله، به نظر می‌رسد برای حصول عملکرد مناسب در مزرعه تولید بذر ذرت در منطقه کرمانشاه، استفاده از ترکیب تیماری 300 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و دور آبیاری هفت یا نه روزه و در منطقه مغان کاربرد 400 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و دور آبیاری نه روزه مناسب است. استفاده از نیتروژن خالص زیاد موجب افزایش درصد گیاهچه عادی در آزمایشگاه شد، اما کارایی نهایی بذر در مزرعه را کاهش داد. بنابراین برای تولید بذرهایی با کیفیت مناسب به خصوص برای کشت در شرایط گرم تابستانه ایران، استفاده از دور آبیاری نه روزه و مصرف نیتروژن خالص به میزان 200 تا بیشینه 300 کیلوگرم در هکتار مطلوب بوده و استفاده بیش از حد آب و نیتروژن خالص موجب اتلاف منابع آبی کشور و نیز آسیب به کیفیت بذر و آلودگی آب و خاک به کودهای شیمیایی و سمیت آن می‌شود.

توصیه ترویجی

با توجه به یافته‌های این تحقیق، برای حصول عملکرد مناسب در مزرعه تولید بذر ذرت در منطقه کرمانشاه، استفاده از ترکیب تیماری 300 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و دور آبیاری هفت یا نه روزه و در منطقه مغان کاربرد 400 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار و دور آبیاری نه روزه مناسب است. هر چند استفاده از نیتروژن خالص زیاد موجب افزایش درصد گیاهچه عادی در آزمایشگاه می‌شود، اما کارایی نهایی بذر در مزرعه را که همان درصد ظهور بذر است کاهش می‌دهد. بنابراین در مناطق عمده تولید بذر ذرت کشور یعنی منطقه مغان و کرمانشاه، برای تولید بذر با عملکرد قابل قبول و کیفیت مناسب فیزیولوژیک، نیازی به استفاده غیر ضروری و بیش از حد از آب و کود نیتروژنه نیست. استفاده بیش از اندازه از نهاده‌ها، علاوه بر آسیب به کیفیت بذر، موجب اتلاف منابع آبی و اقتصادی کشور و نیز آلودگی آب و خاک به کودهای شیمیایی می‌شود.

منابع

1. اسکندری، ع. 1379. بررسی تاثیر تاریخ کاشت‌های مختلف و مقادیر مختلف کود نیتروژن خالصه سرک بر صفات رویشی و خصوصیات کمی ذرت، 704. مجموعه خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ایران، کرج، صفحه 40.
2. افشار، ح. 1386. بررسی اثر قارچ و باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر جوانه زنی و خصوصیات کیفی بذر گیاهان تنش دیده سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد زابل. 91 صفحه.
3. باقری، ح. و شهبازی، ش. 1390. بررسی تاثیر تاریخ‌های کاشت و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کشت دوم ذرت رقم K.S.C704 در منطقه میانه، خلاصه مقالات اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، ساوه.
4. پیرزاد، ع.، تاجبخش، م. و درویش‌زاده، ر. 1390. اثر تنش کم آبی بر ترکیب شیمیایی، جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه دریاپونه آلمانی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. 139-153: (4)21.
5. چوکان، ر. و مساوات، ا. 1379. اثر تاریخ کاشت تابستانه (کشت دوم) بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه هیبریدهای ذرت و تعیین روابط بین آن‌ها از طریق تجزیه ی علیت. مجله نهال و بذر، 16: 88-98.
6. چوگان، ر. 1384. تولید بذر ذرت، ترویج و آموزش کشاورزی، جلد اول. 103 صفحه.
7. حمیدی، آ. 1375. اثر تراکم بوته و سطوح مختلف نیتروژن خالص بر روی ارقام ذرت از نظر خصوصیات آگرونومیکی و مورفولوژیکی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تهران.
8. حمیدی، آ.، خداپنده، ن. و دباغ‌محمدی‌نسب، ع. 1379. بررسی تاثیر تراکم‌های بوته و سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های ظاهری دو هیبرید ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 31، شماره 3: 567-579.
9. صادقی، ح. و بحرانی، م. 1380. تاثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای. مجله علوم زراعی ایران، جلد 3، شماره 2: 1-11.
10. صادقی، ح. و بحرانی، م. 1381. ارتباط شاخص‌های فیزیولوژیک با عملکرد ذرت دانه ای تحت تاثیر تراکم بوته و مقادیر کود نیتروژن. مجموعه خلاصه مقالات هفتمین کنگره

- علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر ایران. کرج. صفحه 495.
11. کافی قاسمی، ع. و اصفهانی، م. 1384. بررسی تاثیر سطوح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در منطقه گیلان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال 12، شماره 5.
 12. لک، ش.، نادری، آ.، سیادت، س.، آینه بند، ا. و نورمحمدی، ق. 1385. اثر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته در شرایط مختلف رطوبتی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت دانه ای سینگل کراس 704 در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران، جلد 8، شماره 2: 170-153.
 13. لک، ش.، نادری، آ.، سیادت، س.، آینه بند، ا. و نورمحمدی، ق. 1386. اثر تنش کمبود آب بر عملکرد دانه و کارایی نیتروژن ذرت دانه هیبرید سینگل کراس 704 در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد 14، شماره 2.
 14. مهدی زاده، م. 1378. بررسی اثرات تنش رطوبتی به روی خصوصیات کمی و کیفی بذور کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد. واحد ورامین (پیشوا). 86 صفحه.
 15. میرزایی، م. ر.، قدمی فیروزآبادی، ع. و عبدالهیان نوقایی، م. 1390. تاثیر دو روش آبیاری شیاری و قطره‌ای و سطوح مختلف نیتروژن خالص و فسفر بر کمیت و کیفیت بذر چغندر قند. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. 42: 319-328.
 16. نوایی، ف. و ملکوتی، ج. 1378. اثر تغذیه متعادل عناصر غذایی بر کمیت و کیفیت ذرت دانه‌ای. چکیده مقالات ششمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.
 17. یزدانی بیوکی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، کوچکی، ع.، امیری، م. ب.، فلاحی، ج. و دیهیم فرد، ر. 1389. اثرات تغذیه نیتروژنی متفاوت گندم (*Tritium aestivum L.*) رقم سایونز بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تأثیر سطوح تنش خشکی و کودهای بیولوژیک. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. 2 (2): 266-276.
18. Association of Seed Analysts (AOSA). 2009. Seed vigor testing handbook, Contribution No. 32: The handbook on seed testing.
 19. Costa, C., Dwyer, L.M., Stewart, D.W. and Smith, D.L. 2002. Nitrogen effects on grain yield and yield components of leafy and nonleafy maize genotypes. Crop Science. 42:1556-156.
 20. Ghasemi-Golezani, K., Soltani, A. and Atashi, A. 1997. The effect of

- water limitation in the field on seed quality of maize and sorghum. *Seed Science and Technology*. 25:321-323.
21. Heatherly, L.G.1992. Drought stress and irrigation effects on germination of harvested soybean seed. *Crop Science*. 33: 777-781.
 22. International Seed Testing Association (ISTA). 2013. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*. Basserdorf, Switzerland.
 23. Khah, E. M., Roberts, E. H. and Ellis, R.H.1989. Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant population densities. *Field Crop Research*. 20: 175-190.
 24. Kranner, I., Arc, E., Pritchard, H.W., Seal, C., Colville, I., Borner, A., Neal, M., Baily, C., Soppe, W., Koornneef, M., Awan, S., Marion-Poll, A., Rajjou, L., Baily, M., Foyer, C.H., West, C., Waterworth, W., Sanchez, O.L., Krieger-Liszkay, A., Cayrel, P. and Finch-savage, W.2016. Effects of the maternal environment on seed quality. 31st ISTA Seed Symposium. 21-22.
 25. Lamm, F.R., Royers, D.H. and Manges, H.L.1995. Irrigation scheduling with planned soil water depletion. *Transaction of the ASAE* 37(5):1491-1497.
 26. Lopez, C.C., Richards, R.A., Farquhar, D.G. and Williamson, R.E.1996. Seed and seeding characteristics contributing to variation in early vigour among temperate cereals. *Crop Science*. 36:1257-1266.
 27. Sadeghian, S.Y. and Yavari, N.2004. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugarbeet. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 190:138-144.
 28. Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E. and Latifi, N.2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*. 30:51-60.
 29. Taiz, L., Zeiger, E. 1998. *Plant Physiology* (2nd Ed.). Sinauer Associates Publisher, Sunderland, Massachusetts. 757 p.
 30. Tekrony, D.M. and Egli, D.B.1997. Accumulation of seed vigour during development and maturation. In: Ellis RH, Black M, Murdoch

AJ & Hong TD (Eds), Basic and Applied Aspects of Seed Biology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 369-384.

31. Vieira, R.D., Tekrony, D.M. and Egli, D.B.1992. Effect of drought and defoliation stress in the field of soybean seed germination and vigor. Crop Sci. 32: 471-475.