Archive of SID

بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم بر روی برخی خصوصیات زراعی در گندم تحت شرایط تنش خشکی

امیر جابرزاده[۱*]، پیام معاونی[۲]، حمید رضا توحیدی مقدم[۳] و امید مرادی[۲]

۱- کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، a.jaberzadeh@gmail.com

۲- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس

۳- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بر روی برخی خصوصیات زراعی در گندم تحت شرایط تنش خشکی آزمایشی به صورت اسپلیت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۴ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهریار- شهر قدس به اجراء در آمد. نتایج این بررسی نشان داد که محلول پاشی نانو ذرات در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری در ارتفاع، وزن سنبله ، عملکرد دانه و شاخص برداشت در شرایط نرمال و تنش خشکی وجود دارد. نتایج نشان داد که این صفات تحت تاثیر تنش خشکی و زمان اعمال تنش خشکی قرار گرفته و میزان این صفات کاهش پیدا کرد. همچنین نتایج نشان داد که عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی با محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ۰/۰۲ درصد، ۲۳٪ نسبت به عدم محلول پاشی در شرایط تنش خشکی افزایش نشان داد.

واژه های کلیدی: محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم، تنش خشکی، گندم و عملکرد دانه.

مقدمه

در عصر حاضر از نانو تکنولوژی به عنوان دانش زمینه ساز گشایش افق های جدید در عرصه تمامی علوم یاد می شود. فناوری نانو، کابرد های بالقوه نو ظهور و تازه ای در زمینه علوم کشاورزی ایجاد کرده است. با استفاده از این دانش می توان شیوه های فعلی مدیریت محصول را بهبود بخشید. بنیاد نانو تکنولوژی در آمریکا، واژه نانو تکنولوژی را چنین توصیف می کند « تحقیق و توسعه هدفمند، برای درک و دستکاری و اندازه گیری های مورد نیاز در سطح مواد با ابعاد در حد اتم» (Reynolds, 2002). نانو تکنولوژی به عنوان یک علم بین رشته ای می‌تواند کاربرد وسیعی در بخش کشاورزی داشته و در موارد مهمی از جمله افزایش تولیدات زراعی، کم کردن مصرف سموم و کود ها، طولانی تر کردن مدت نگهداری محصول کشاورزی تولید شده و شاید به توان گفت در تمامی مراحل و نهاده ها و ابزار کشاورزی انقلابی کار آور در جهت بهبود ایجاد نماید. استفاده از نانو ذرات برای دستیابی به فناوری کار بر روی ذراتی با ابعاد نانو متر می-باشد که به نانو ذرات موسومند(خیام نکویی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش خشکی یکی از مهم ترین عوامل محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی است. در کشاورزی خشکی

۱- آدرس نویسنده مسئول: تهران، ورامین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت.

* دریافت: ۸۹/۶/۲۵ و پذیرش: ۸۹/۱۰/۱۸

www.SID.ir

Archive of SID

به وضعیتی اطلاق می شود که میزان و توزیع بارندگی در طی فصل رشد با اندازه ای ناچیز باشد که موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی شود (Siani and Aspinall, 1981). در مناطق خشک و نیمه خشک از جمله سطوح وسیعی از کشور ایران، کاهش رطوبت خاک در اثر عدم بارندگی و افزایش ناگهانی دما در دوره پر شدن دانه که از مهم ترین عوامل کاهش رشد و نمو گندم به شمار می رود یک پدیده اقلیمی غالب است. تنش خشکی می تواند گلدهی و رسیدگی گندم را تسریع نماید. وقوع تنش در مرحله گلدهی و دانه بندی، دوره پر شدن را کوتاه تر می کند (پاک نژاد و همکاران، ۱۳۸٦). مشاهده شده است که ۷۲ درصد از تغییرات عملکرد غلات به سه جزء تعداد سنبله بارور، تعداد دانه در هر سنبله و وزن متوسط دانه مربوط می شود (Bradford, 1994). اگر تنش به هنگام گرده افشانی و تلقیح رخ بدهد، عقیمی گلچه ها را پیش می آورد و سبب کاهش تعداد کل دانه های تولید شده در هر تک بوته می گردد (Campbell et al., 1980). Pantuwan و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده کردند که عملکرد دانه و اجزاء عملکرد در شرایط تنش به نسبت های مختلفی کاهش می یابند. ارتفاع بوته در گندم بیشتر تحت تأثیر تراکم، و وجود نور در درون جامعه گیاهی قرار می گیرد، ولی تنش نیز می تواند بر ارتفاع گیاه تأثیر گذار باشد. بیشترین انتقال مجدد مواد در دوره تنش خشکی از ساقه و به خصوص دو میان گره بالایی سنبله صورت می گیرد (ابهری و همکاران، ۱۳۸٦). فتوسنتز اثرات مستقیمی روی تولید ماده خشک و پتانسیل میزان عملکرد دارد، بنابراین حفظ فتوسنتز در حد مطلوب تحت شرایط تنش خشکی می تواند بر عملکرد تأثیر گذار باشد (Kobata et al., 1992). Austin معتقد است که از طریق گزینش یا شاخص برداشت، می توان عملکرد دانه گندم را تا ۲۰ درصد افزایش داد. وی اظهار داشت که شاخص برداشت غلات دانه ای ممکن است تا حدود ٦۰ درصد افزایش یابد (Austin et al., 1980). پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بر روی برخی خصوصیات زراعی گندم تحت شرایط تنش خشکی و تعیین میزان غلظت مناسب و دستیابی به عملکرد بالاتر، صورت گرفته است.

مواد و روش ها

طرح آزمایش کرت های دو بار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) در قالب بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار بود که عامل اصلی شامل آبیاری نرمال(آبیاری بر اساس عرف منطقه) و تنش خشکی (عدم آبیاری در مرحله ساقه دهی و گلدهی)، عامل فرعی مراحل رشدی در دو سطح(ساقه دهی و گلدهی) و عامل فرعی فرعی با ۵ سطح محلول پاشی { صفر(شاهد)، ۰/۰۱٪ ، ۰/۰۲٪ و ۰/۰۳٪ (درصد وزنی ۲۰٪ کلوئید)} را تشکیل می دادند. خاک مزرعه دارای بافت لومی رسی بود. مساحت مزرعه آزمایشی ۱٦۰۰ متر در ابعاد ٤۰*٤۰ بود. مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و سوپر فسفات تریپل (٤٦ درصد اکسید فسفر) قبل از کاشت و مقدار ۱٦۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره(٤٦٪) به صورت سرک در دو مرحله پنجه زنی و سنبله رفتن مصرف شد. کاشت در نیمه دوم آبان ماه با قرار دادن بذر در زیر خاک طبق نقشه آزمایش و انجام آبیاری صورت گرفت. تراکم ۳۵۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. در این آزمایش تا زمان ساقه دهی آبیاری به صورت نرمال(عرف منطقه) انجام گرفت. و از مرحله ساقه دهی به بعد تنش رطوبتی اعمال گردید(عدم آبیاری). محلول پاشی نانو ذرات دی‌اکسیدتیتانیوم در دو مرحله ساقه‌دهی و گل‌دهی بعد از اعمال تنش خشکی بوسیله اسپری بر روی اندام‌های هوایی تیمارهای مشخص شده طبق آزمایش در غلظت‌های مشخص شده انجام گردید. مقدار حجم محلول‌پاشی ۲٤۰ سی‌سی در سطح یک متر مربع که از قبل توسط روبان مشخص گردیده بود انجام گرفت. تیمارهای شاهد نیز به همین نسبت آب توسط اسپری بر روی اندام‌های هوایی اسپری گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه گیری وزن سنبله و عملکرد دانه: پس از برداشت، نمونه های برداشت شده از هر کرت جهت ارزیابی عملکرد ابتدا درون کیسه قرار داده شدند و شماره گزاری گردیدند و سپس تمامی نمونه ها در یک روز توزین شدند و وزن کل ردیف محاسبه گردید. سپس سنبله ها از بوته جدا کرده و وزن سنبله را یادداشت گردید.

تعیین شاخص برداشت: اندازه‌گیری شاخص برداشت از نسبت عملکرد اقتصادی یا عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک یا وزن خشک اندام‌های هوایی به شرح فرمول زیر بدست آمد:

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد دانه}}{\text{عملکرد بیولوژیک}} \times ۱۰۰$$

نحوه محاسبات آماری: تجریه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و MSTAT-C صورت گرفت. برای مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن و رسم نمودار ها توسط نرم افزار Excel انجام گردید.

نتایج و بحث

جدول تجریه واریانس نشان داد که اثر ساده آبیاری و اثر متقابل متقابل سه گانه روی ارتفاع در سطح ۱٪ معنی دار شد. اما در مرحله رشدی و اثر ساده غلظت تفاوت معنی داری مشاهده نشد(جدول ۱). جدول اثر متقابل سه گانه نشان داد که بیش ترین میزان ارتفاع در آبیاری نرمال مربوط به مرحله گلدهی و تیمار شاهد با میانگین ٦٨/٤٩٨ سانتی متر بود. اما در شرایط تنش خشکی بیش ترین میزان ارتفاع مربوط به غلظت اکسید تیتانیوم در مرحله گلدهی با میانگین ٦٦/٨٩٨ سانتی متر بود که نسبت به عدم محلول پاشی در همین شرایط ۱۱/۰۸ ٪ افزایش نشان داد(جدول۲). اثر سوء تنش خشکی در مراحل قبل از گرده افشانی به صورت کاهش وزن خشک و ارتفاع بوته بروز می کند. گزارش شده اعمال تنش خشکی قبل از مرحله گرده افشانی گندم باعث کاهش رشد و نمو، ارتفاع بوته می شود. اعمال تنش خشکی نزدیک مرحله گلدهی، تشکیل دانه و باروری آن را به طور معنی داری کاهش می دهد و وزن سنبله در این مرحله و در مرحله رشد خطی دانه کاهش می یابد. جدول تجزیه واریانس نشان داد که وزن سنبله در اثر ساده غلظت و اثر متقابل سه گانه در سطح ۱٪ معنی دار بود. اما در اثر ساده غلظت، مرحله رشدی و اثر متقابل آبیاری در مرحله رشدی اختلاف معنی داری مشاهده نگردید(جدول ۱). در جدول اثرات متقابل سه گانه مشاهده شد که بیش ترین میزان وزن سنبله در آبیاری نرمال مربوط به مرحله گلدهی و غلظت اکسید تیتانیوم با میانگین ۱۲۲٦/۰۸ گرم در متر مربع و در تنش خشکی بیش ترین میزان مربوط به مرحله ساقه دهی و غلظت دی اکسید تیتانیوم ۰/۰۲ ٪ با میانگین ۱۱۰۵/۵۰ گرم در متر مربع بود(جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم ۰/۰۲ ٪ در شرایط تنش خشکی ۲۸/۳۲٪ نسبت به عدم محلول پاشی در همین شرایط وزن سنبله را افزایش داد. با تجزیه و تحلیل اجزای عملکرد دانه گندم می توان تغییرات عملکرد را در شرایط مختلف از جمله شرایط تنش خشکی تفسیر نمود. تعداد سنبله بارور در واحد سطح یکی از اجزاء عملکرد دانه است. جدول تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری بین آبیاری، غلظت و اثر متقابل سه گانه وجود دارد (جدول ۱). جدول اثرات متقابل سه گانه نشان داد که بالاترین میزان عملکرد دانه در آبیاری نرمال مربوط به مرحله گلدهی و غلظت اکسید تیتانیوم با میانگین ٦٥٧٦/٣ کیلوگرم در هکتار بود و بالاترین میزان عملکرد دانه در تنش خشکی مربوط به مرحله ساقه دهی و غلظت ۰/۰۲٪ با میانگین ٥٣٢٦/٨ کیلوگرم در هکتار بود(جدول۲). که این نشان دهنده آن است که نانو ذرات ۰/۰۲٪ از طریق افزایش فرآیند باروری تعداد دانه در هر سنبله را افزایش داده و باعث افزایش عملکرد گردیده است. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد

www.SID.ir

Archive of SID

محلول پاشی نانو ذرات ۰/۰۲٪ در شرایط تنش خشکی نسبت به عدم کاربرد محلول پاشی در همین شرایط عملکرد دانه را ۲۳/۱۳٪ افزایش داد. جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح شاخص برداشت در سطح ۱٪ اختلاف معنی داری وجود دارد(جدول ۱). جدول اثرات متقابل سه گانه نشان داد که بیش ترین میزان شاخص برداشت در آبیاری نرمال مربوط به مرحله ساقه دهی و غلظت ۰/۰۳ ٪ با میانگین ۳۸/۲۸۲۵ درصد و در تنش خشکی بیش ترین میزان شاخص برداشت مربوط به مرحله گلدهی و غلظت ۰/۰۳٪ با میانگین ۲٦/۹٤۸ درصد بود(جدول۲). تنایج نشان داد که اعمال تنش در مرحله گلدهی کاهش معنی دار شاخص برداشت را به دنبال داشته است. شاخص برداشت حاصل نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک است و توانایی گیاه را برای انتقال و اختصاص مواد فتوسنتزی به دانه ها نشان می دهد. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد محلول پاشی نانو ذرات ۰/۰۳٪ در تنش خشکی ۲٤/۷۸٪ نسبت به عدم محلول پاشی در همین شرایط افزایش نشان داد. دلیل این افزایش شاخص برداشت در غلظت ۰/۰۳٪ این است که عملکرد بیولوژیک آن بیش از عملکرد دانه تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد دانه	وزن سنبله در متر مربع	ارتفاع
تکرار	۳	۱۷,۲۸۱۲۵۶۷ ns	۱۱۷۶۲۳۹۱,۴۹ ns	۳۸۷۰۲٤,۳۹۹ **	۱۰,۳۷٤٤۷۰۰ ns
آبیاری (I)	۱	٤۸۷,۹۷۳۲۰۵۰ **	۵۰۸۷۱۳٦,۲۸ **	۵۱۳,٤۳۹ ns	۱۸۸,٦۸۲۲٤۵۰ **
خطای آبیاری(a)	۳	۸,٦٦۳٤۰۸۳	٤۷۸۰۵۳,۳۳	٤۹۱۲٤,۱٤۲	۱۸,۹۹۳۱۵۵۰
مرحله رشدی (G)	۱	٦۹,۰٤۳۲۸۰۰ **	۸۷۱۵۹۳,۸۸ *	۱۲۵۱۷,۷۵٦ ns	۱۱,۵۵۲۰۰۰۰ ns
I*G	۱	۷۳,۸٤۳۲٤۵۰ **	٤۱۳۰۳٦,۹۱ ns	۲۸٤۸,۰۱۹ ns	٦۱,۷۰۸۸٤۵۰ *
خطای (b)	٦	٦,۱٤۲۲۹۵۸	۷۲٤۵۲,۷۷	۱۲۰۳۸,۱۹۵	۳۸,۷۱۲۱۲۲۵
فنلفت (T)	٤	۱۰۸,۸۱۵۸٦۳ **	۱٤۱۲٤٦۱,۸٤ **	٤۲٤۱۳,٦۱۷ **	۳۰,۳۰۱۰٤۵٦ ns
I*T	٤	۲۱,۰۸۸۷۳۶۳ **	۲۱٤۳۷۷۲,۰۱ **	۱۰۸۳۵۹,۲۸۱ **	٤۷,۷۳۱٤۲۹٤ *
G*T	٤	۲۷,۲۶۷۸۸۰۰ **	۵۱۹۲۷۹٦,۳۸ **	۲۲۱۲۲۲,۳۷۹ **	۵٦,۵٤۲۲۹۶۹ **
I*G*T	٤	٦۸,۰۲٤۸۳۲۵ **	۳۱۰٤۲۶۸,۱۳ **	٦۲۶۹۸,۱٦٤ **	۱۹۳,۸٤٤۰٦۰٦ **
خطای آزمایشی	٤۸	۳,۹۹۵۱۱۲	۱۵٦۰۵۵,۸٦	٦۰۲۳,۲۲۲	۱۳,۷۷۹٦۷۹
ضریب تغییرات(درصد)		۸,۲۱	۸,٦۳	۹,۲۵	٦,۱٤

*و** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵درصد و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه اثرات متقابل صفات مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گندم تحت تنش خشکی و محلول پاشی دی اکسید تیتانیوم

آبیاری(I)	مراحل رشد(G)	محلول پاشی دی اکسید تیتانیوم(T)	ارتفاع	وزن سنبله	عملکرد دانه	شاخص برداشت
آبیاری نرمال	مرحله ساقه دهی	T ۰,۰٪	۶۰,۳۶۰b	۸۸۳,۷۴cd	۴۹۸۶,۰cd	۲۶,۳۴۰bcd
		T ۰,۰۲٪	۵۹,۱۸۰b	۹۴۱,۳۲bc	۵۶۸۹,۰bc	۲۷,۱۰۲۵bc
		T ۰,۰۳٪	۵۷,۹۰۸b	۱۰۲۷,۴۰b	۶۳۸۴,۱ab	۲۸,۲۸۲۵a
		T bulk	۶۵,۸۰۰ab	۷۴۳,۳۴de	۴۱۹۳,۳de	۲۵,۲۲۷۵d
		T(شاهد)	۵۹,۷۰۸b	۶۷۴,۰۸e	۳۷۱۰,۴e	۲۶,۴۶۸۰bcd
	مرحله گلدهی	T ۰,۰۱٪	۶۴,۱۸۰ab	۶۸۸,۶۴e	۳۸۹۵,۴e	۲۷,۵۵۵۰b
		T ۰,۰۲٪	۵۸,۹۲۰b	۷۲۷,۳۰e	۴۷۱۰,۸de	۲۵,۶۷۲۵cd
		T ۰,۰۳٪	۶۳,۰۷۴ab	۷۱۸,۰۰e	۴۱۰۲,۴e	۲۷,۱۳۵۰bc
		T bulk	۶۰,۳۶۰b	۱۴۴۶,۰Aa	۶۵۲۶,۴a	۲۲,۴۲۰۰e
		T(شاهد)	۶۸,۶۹۸a	۷۸۵,۰۱de	۴۴۴۰,۲de	۲۱,۵۲۷۵e
تنش خشکی	مرحله ساقه دهی	T ۰,۰۱٪	۵۹,۹۱Abc	۹۳۱,۱۸b	۵۹۰۱,۲b	۲۲,۱۱۸bc
		T ۰,۰۲٪	۶۰,۱۳۰bc	۱۱۰۵,۶۰a	۶۳۳۶,۸a	۲۱,۲۹۵bc
		T ۰,۰۳٪	۶۱,۰۸۰ab	۸۱۳,۷۸cd	۳۹۶۹,۱e	۲۰,۹۹۳bc
		T bulk	۵۳,۳۶۸d	۶۸۸,۸۱ef	۳۹۶۹,۴e	۲۴,۱۲۰abc
		T(شاهد)	۵۸,۸۳۳c	۶۷۵,۲۳f	۳۵۵۵,۱f	۲۰,۳۵۸cd
	مرحله گلدهی	T ۰,۰۱٪	۶۹,۵۶۸d	۸۵۰,۹۰bcd	۵۳۳۳,۱d	۲۵,۳۰۵ab
		T ۰,۰۲٪	۶۱,۰۰Abc	۸۲۵,۶۵cd	۵۲۳۳,۰d	۲۰,۶۲۸cd
		T ۰,۰۳٪	۵۴,۰۹۵d	۷۷۱,۸۸de	۴۲۲۵,۰d	۲۴,۹۴۸a
		T bulk	۶۱,۸۹۸a	۷۸۶,۳۵d	۳۹۴۱,۴e	۱۶,۴۷۰d
		T(شاهد)	۶۰,۱۳۰bc	۹۰۹,۵Abc	۴۶۳۳,۵c	۲۰,۱۸۰cd

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در در سطح احتمال ۱٪ می باشد

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

۱.ابهری، ع. گالشی، س.ا. لیطفی، ن و ه، کلاته. ۱۳۸٦. تأثیر برخی پارامتر های رشد بر عملکرد ژنوتیپ های گندم در شرایط تنش خشکی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد چهاردهم، شماره ششم، بهمن و اسفند.

۲. پاک نژاد، ف. نصری، م. و د. حبیبی. ۱۳۸٦. مقایسه شاخص های تحمل به تنش برای واکنش ارقام گندم به کم آبیاری و تنش کمبود اب در انتهای فصل. فصلنامه دانش کشاورزی ایران، جلد٤، شماره ۲.

۳.خیام نکویی،س،م. ح، شریف نسب. ک، احمدی صومعه. م، برخی و ر، مؤمنی .۱۳۸۸. نگاهی به فناوری نانو در وزارت جهاد کشاورزی.ویرایش دوم.نشر آموزش کشاورزی.

۴.صارمی، م. ۱۳۷۲. تعیین حساسیت مرحل مختلف رشد فزیولوژیک ارقام مختلف گندم نسبت به کمبود رطوبت خاک. مقلات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.

۵.قربانی قوژدی، ح. ۱۳۸٤. مقدمه ای بر تنش اکسایشی و کنش های گیاهی.

6.Aghdassi, E., Johane, P. 2000. Breath alkaned as a marker of oxidative stress in difference clinical conditions. Free-radical Biol med. 28: 880-886.

7.Austin, R. B., C. L. Morgan, M. A. Ford and R. D. Blackwell. 1980. Contributions to grain yield from pre-anthesis assimilation in tall and dwarf barely phenotypes in two contrasting season. Ann. Bot. 45: 309-319.

8.Bradford, K. J. 1994. Water stress and the water relation of seed development: Acriticalreview. Crop Sci: 1: 11-58.

9.Campbell, W. F. R. J. Wagent, A. M. Amatraf, And D. I. Tarnen. 1980. Path coefficient analysis of correlation between stress and barley yield components. Agron. J. 72: 1012-1016.

10. Kobata, T., Jairo, A., and Turner, N.C. 1992. Rate of development of photosynthesis water deficits and grain filing of spring wheat. Crop Sci. 32: 1238-1242.

11. Pantuwan, G., Fukai, S., Cooper, M., Rajatasereeku, S., and O'Toole, J. C. 2002. Yield response of rice (Oryza sativa L.) genotypes to different types of drought under rainfed lowlands. Part I. Grain yield and yield components. Field Crops Res. 73: 153-168.

12. Reynolds, G. H. 2002. Forward to the future nanotechnology and regulatory policy, Pacific Research Institute. 1-23.

13. Richards, M. P., Skovmand, B., Trethowan, R. M., Singh, R. P., and Van Ginkel, M. 2000. Applying physiological strategies to wheat breeding. Anonymous. Research Highlinghts of the CIMMYT Wheat Program. Pp: 49-56.

14. Siani, H. S., and D. E. Aspinall. 1981. Effect of water deficit on sporogensis in wheat. Ann. Bot. 43: 623-633.

15. www.nano.ir/sub-nanoworld.php.

www.SID.ir