

بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید 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

می تواند 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

در عصر حاضر از نانو تکنولوژی به عنوان دانش زمینه ساز گشایش افق های جدید در عرصه تمامی علوم یاد می شود. فناوری نانو، کاربرد 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

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

* دریافت: ۸۹/۶/۲۵ و پذیرش: ۸۹/۱۰/۱۸

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٪ کلونیید) } را تشکیل می دادند. خاک مزرعه دارای بافت لومی رسی بود. مساحت مزرعه آزمایشی ۱۶۰۰ متر در ابعاد ۴۰*۴۰ بود. مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم و سوپر فسفات تریپل (۶۱ درصد اکسید فسفر) قبل از کاشت و مقدار ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره (۴۶٪) 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 دی اکسید تیتانیوم در دو مرحله ساقه دهی و گل دهی بعد از اعمال تنش خشکی بوسیله اسپری بر روی اندام های هوایی تیمارهای مشخص شده طبق آزمایش در غلظت های مشخص شده انجام گردید. مقدار حجم محلول پاشی ۲۴۰ سی سی 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 اندام های هوایی اسپری گردید.

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، ۱۳۸۶). 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 یابد. 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، ۱۳۸۶). 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 ۶۰ درصد افزایش یابد (Austin et al., 1980). پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بر

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 ۱۲۲۶/۰۸ 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 ۶۵۷۶/۳ کیلوگرم در هکتار بود و بالاترین میزان عملکرد دانه در تنش خشکی مربوط به مرحله ساقه دهی و غلظت ۰/۰۲٪ با میانگین ۵۳۲۶/۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). 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

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 گذاری 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: اندازه گیری شاخص برداشت از نسبت عملکرد اقتصادی یا عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک یا وزن خشک اندام های هوایی به شرح فرمول زیر بدست آمد:

عملکرد دانه

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

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

نتایج و بحث

جدول تجزیه 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 ۶۸/۴۹۸ سانتی متر بود. اما در شرایط تنش خشکی بیش ترین میزان ارتفاع مربوط به غلظت اکسید تیتانیوم در مرحله گلدهی با میانگین ۶۶/۸۹۸ سانتی متر بود که نسبت به عدم محلول پاشی در همین شرایط ۱۱/۰۸٪ افزایش نشان داد (جدول ۲). اثر سوء تنش خشکی در مراحل قبل از گرده افشانی به صورت کاهش وزن خشک و ارتفاع

محلول پاشی نانو ذرات 0.02% در شرایط تنش خشکی نسبت به عدم کاربرد محلول پاشی در همین شرایط عملکرد دانه را $23/13\%$ افزایش داد. جدول تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح شاخص برداشت در سطح 1% اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۱). جدول اثرات متقابل سه گانه نشان داد که بیشترین میزان شاخص برداشت در آبیاری نرمال مربوط به مرحله ساقه دهی و غلظت 0.03% با میانگین $38/2825$ درصد و در تنش خشکی بیشترین میزان شاخص برداشت مربوط به مرحله گلدهی و غلظت 0.03% با میانگین $26/948$ درصد بود (جدول ۲). نتایج 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 0.03% در تنش خشکی $24/78\%$ نسبت به عدم محلول پاشی در همین شرایط افزایش نشان داد. دلیل این افزایش شاخص برداشت در غلظت 0.03% این است که عملکرد بیولوژیک آن بیش از عملکرد دانه تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش یافته است.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورده بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	شاخص پرفاقت	عملکرد دانه	وزن سنبله در متر مربع	لرزش
تکرار	۳	۱۷,۳۸۱۲۵۶۷ ^{**}	۱۱۷۱۲۳۹۱,۳۹ ^{**}	۳۸۷۰۲۱,۳۶۹ ^{**}	۱۰,۳۷۱۱۷۰۰ ^{**}
آبیاری (I)	۱	۴۸۷,۹۷۳۲۰۵۰ ^{**}	۵۰۸۷۱۳۶,۲۸ ^{**}	۵۱۳,۴۳۹ ^{**}	۱۸۸,۶۸۲۳۵۰ ^{**}
خطای آبیاری (a)	۳	۸,۶۶۳۴۰۸۳	۱۷۸۰۵۳,۲۳	۲۶۱۲۴,۱۴۲	۱۸,۹۹۳۱۵۵۰
مرحله رشدی (G)	۱	۶۹,۰۱۳۲۸۰۰ ^{**}	۸۷۱۵۹۳,۸۸ [*]	۱۲۵۱۷,۷۵۶ ^{**}	۱۱,۵۵۲۰۰۰۰ ^{**}
I*G	۱	۷۳,۸۱۳۳۴۵۰ ^{**}	۴۱۳۰۳۶,۹۱ ^{**}	۲۸۱۸,۰۱۹ ^{**}	۶۱,۷۰۵۸۱۵۰ [*]
خطای (b)	۶	۶,۱۴۲۳۹۵۸	۷۷۵۵۲,۲۷	۱۲۰۳۸,۱۹۵	۳۳,۷۱۲۱۲۲۵
غلظت (T)	۲	۱۰۸,۸۱۵۸۷۳ ^{**}	۱۲۱۲۴۶۱,۸۴ ^{**}	۲۲۴۱۳,۶۱۷ ^{**}	۳۰,۳۰۱۰۴۵۶ ^{**}
I*T	۱	۲۱,۰۸۱۷۳۳۳ ^{**}	۲۱۵۳۷۷۲,۰۱ ^{**}	۱۰۸۳۵۹,۲۸۱ ^{**}	۴۷,۷۳۱۴۲۹۴ [*]
G*T	۱	۲۷,۲۶۷۸۸۰۰ ^{**}	۵۱۹۲۷۹۶,۳۸ ^{**}	۲۳۱۲۲۲,۳۷۹ ^{**}	۵۶,۵۴۲۲۹۶۹ ^{**}
I*G*T	۱	۶۸,۰۲۱۸۳۲۵ ^{**}	۳۱۰۱۳۶۸,۱۳ ^{**}	۶۲۶۹۸,۱۶۴ ^{**}	۱۹۳,۸۱۴۰۶۰۶ ^{**}
خطای آزمایش	۴۸	۳,۹۹۵۱۱۲	۱۵۶۰۵۵,۸۶	۶۰۲۳,۳۳۲	۱۳,۷۷۹۶۷۹
خریب تغییرات (درصد)		۸,۲۱	۸,۳۳	۹,۲۵	۶,۱۴

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

جدول 2. مقایسه اثرات مختلف سطوح مختلف آبیاری (T) و پوشش‌های گندم تحت تنش خشکی و محلول پاشی دی اکسید تیتانیوم

آبیاری (I)	مرحله رشد (G)	محلول پاشی دی اکسید تیتانیوم (T)	ارزجاج	وزن سبزه	حاصل زده	شاخص ارتفاع
آبیاری نوره	مرحله ساقه همی	T ۰.۰۱٪	۶۰,۳۶۱b	۸۵۳,۳۳cd	۴۹۸۵,۵cd	۲۶,۳۴۱۰bcd
		T ۰.۰۲٪	۵۹,۴۸۱b	۹۴۹,۳۶bc	۵۶۸۹,۱bc	۲۷,۱۰۴abc
		T ۰.۰۳٪	۵۷,۹۰۵b	۱۰۲۷,۹۰b	۶۳۸۴,۱ab	۲۸,۲۸۲aa
		T bulk	۶۵,۸۰۰ab	۷۵۳,۳۳de	۴۱۹۲,۳de	۲۵,۲۲۷ad
		(۱۰۰٪)T	۵۹,۳۰۸b	۶۶۹,۰۸e	۳۶۹۰,۳e	۲۶,۵۶۵۰bcd
	مرحله گلدهی	T ۰.۰۱٪	۶۶,۶۸۰ab	۶۵۹,۶۷e	۲۸۹۵,۳e	۲۷,۵۵۵۰b
		T ۰.۰۲٪	۵۸,۹۲۰b	۷۲۷,۳۰e	۴۲۱۴,۹de	۲۵,۶۷۲bcd
		T ۰.۰۳٪	۳۳,۰۷۳ab	۷۱۸,۰۰e	۱۱۰۲,۳e	۲۷,۱۲۵۰bc
		T bulk	۶۰,۳۶۱b	۱۲۳۶,۰۸a	۶۵۳۶,۳a	۲۲,۲۳۰۰e
		(۱۰۰٪)T	۶۸,۶۹۸a	۷۸۵,۰۱de	۴۵۳۰,۳de	۲۱,۵۲۷۵e
تنش خشکی	مرحله ساقه همی	T ۰.۰۱٪	۵۹,۹۱۸bc	۹۳۶,۹ab	۴۹۴۱,۲b	۲۴,۶۱۸abc
		T ۰.۰۲٪	۶۰,۱۳۰bc	۱۱۰۵,۵۰a	۴۳۳۶,۸a	۲۱,۲۹۵bc
		T ۰.۰۳٪	۶۶,۰۸۰ab	۸۱۳,۷۸cd	۳۶۶۹,۳e	۲۰,۹۹۳bc
		T bulk	۵۲,۳۶۸d	۶۸۸,۸۱ef	۳۹۶۹,۴e	۲۶,۱۲۰abc
		(۱۰۰٪)T	۵۵,۸۳۳c	۶۷۵,۲۲f	۳۵۵۵,۶f	۲۰,۳۵۸cd
مرحله گلدهی	T ۰.۰۱٪	۴۹,۵۶۸d	۸۵۰,۹۰bcd	۳۳۲۲,۶d	۲۵,۳۰۵ab	
	T ۰.۰۲٪	۶۱,۰۰۸bc	۸۲۵,۶۵cd	۴۳۲۲,۰d	۲۰,۶۲۸cd	
	T ۰.۰۳٪	۵۴,۰۹۵d	۶۶۶,۸۸de	۴۲۲۵,۰d	۲۶,۹۴۸a	
	T bulk	۶۶,۸۹۸a	۷۸۶,۳۵d	۳۹۴۱,۳e	۱۶,۴۷۰d	
	(۱۰۰٪)T	۶۰,۱۳۰bc	۹۰۹,۵۸bc	۴۳۳۳,۵c	۲۰,۱۸۰cd	

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

فهرست منابع:

۱. ابهری، ع. گالشی، س.ا. لیطفی، ن و ه، کلاته. ۱۳۸۶. 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. ۱۳۸۶. مقایسه شاخص های تحمل به تنش برای واکنش ارقام گندم به کم آبیاری و تنش کمبود آب در انتهای فصل. فصلنامه دانش کشاورزی ایران، جلد ۴، 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. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.
۵. قربانی قوژدی، ح. ۱۳۸۴. 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 Highlights of the CIMMYT Wheat Program. Pp: 49-56.
14. Siani, H. S., and D. E. Aspinall. 1981. Effect of water deficit on sporogenesis in wheat. Ann. Bot. 43: 623-633.
15. www.nano.ir/sub-nanoworld.php.