



کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات، ابتکارات و  
نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه  
متعلق به دانشگاه رازی است.



دانشگاه رازی

دانشگاه رازی

دانشکده کشاورزی

گروه زراعت و اصلاح نباتات

## پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی کشاورزی گرایش اصلاح نباتات

### عنوان پایان نامه

**بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ های گندم نان در شرایط این ویترو**

اساتید راهنما:

دکتر عزت اله فرشادفر

دکتر کیانوش چقامیرزا

نگارش:

بیبا جمشیدی

بهمن ماه 1388



دانشکده کشاورزی  
گروه زراعت و اصلاح نباتات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد رشته ی مهندسی کشاورزی گرایش اصلاح  
نباتات

نام دانشجو: بیتا جمشیدی

تحت عنوان

**بررسی تحمل به خشکی ژنوتیپ های گندم نان در شرایط این ویترو**

در تاریخ 88/11/27 توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه به تصویب نهایی رسید

- |                            |                       |                        |       |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|-------|
| 1- استاد راهنما            | دکتر عزت اله فرشادفر  | با مرتبه علمی استاد    | امضاء |
| 2- استاد راهنما            | دکتر کیانوش چقامیرزا  | با مرتبه علمی استادیار | امضاء |
| 3- استاد داور داخل گروه    | دکتر صحبت بهرامی نژاد | با مرتبه علمی استادیار | امضاء |
| 4- استاد داور خارج از گروه | دکتر محسن فرشادفر     | با مرتبه علمی استادیار | امضاء |

## چکیده

به منظور بررسی واکنش 20 ژنوتیپ گندم نان دریافت شده از معاونت مؤسسه تحقیقات دیم سرارود به القاء کالوس و تنش خشکی از طریق کشت جنین و میزان باززایی، تحقیقی در آزمایشگاه بیوتکنولوژی و کشت بافت دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. واکنش به خشکی کالوس های حاصل از جنین های بالغ و نابالغ در محیط کشت موراشیک و اسکوگ حاوی پلی اتیلن گلیکول (پنج سطح خشکی 0 تا 20 درصد) بررسی شد. ارزیابی ژنوتیپ ها به صورت آزمایش فاکتوریل 5×20 در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در سال 88-86 انجام شد. در کشت جنین های بالغ و نابالغ صفات درصد القاء کالوس، سرعت رشد کالوس (میلیمتر قطر در روز)، رشد نسبی کالوس (بر اساس وزن تر)، سرعت رشد نسبی کالوس (بر اساس وزن تر) در محیط بدون تنش، سرعت رشد کالوس (میلیمتر قطر در روز)، رشد نسبی کالوس (بر اساس وزن تر)، سرعت رشد نسبی کالوس (بر اساس وزن تر) ، درصد کلروز کالوس، محتوای آب کالوس، شاخص تحمل به خشکی در شرایط تنش و درصد باززایی گیاهچه مورد مطالعه قرار گرفتند. بر اساس نتایج بدست آمده می توان ژنوتیپ شماره 9 را در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه از نظر واکنش به کشت جنین بالغ و ژنوتیپ شماره 16 را از نظر واکنش به کشت جنین نابالغ در شرایط بدون تنش و تحت شرایط تنش خشکی، ژنوتیپ برتر دانست. ژنوتیپ شماره 3 بالاترین میزان باززایی را از خود نشان داد و بالاترین درصد باززایی در محیط کشت حاوی 1 میلیگرم در لیتر BAP و 1 میلیگرم در لیتر IAA مشاهده شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که اثر ژنوتیپ، اثر سطوح مختلف خشکی و اثر متقابل ژنوتیپ و خشکی معنی دار گردیدند به عبارت دیگر، بین ژنوتیپ های مورد مطالعه از لحاظ صفات بررسی شده در سطوح مختلف خشکی اختلاف معنی داری وجود داشت. نتایج تجزیه همبستگی در جنین بالغ و نابالغ نشان داد صفت رشد نسبی کالوس با صفات سرعت رشد نسبی کالوس، سرعت رشد کالوس در محیط تنش، رشد نسبی کالوس و سرعت رشد نسبی کالوس در محیط بدون تنش همبستگی معنی داری دارند. صفت سرعت رشد نسبی کالوس در محیط تنش با سرعت رشد نسبی در محیط بدون تنش همبستگی معنی داری داشت. رشد نسبی کالوس در محیط بدون تنش با سرعت رشد نسبی کالوس در محیط بدون تنش دارای همبستگی معنی داری بود. در کشت جنین بالغ درصد محتوای آب کالوس با صفت القاء کالوس همبستگی معنی داری نشان داد و در کشت جنین نابالغ درصد کلروز با درصد القاء کالوس همبستگی معنی داری داشت. تجزیه کلاستر ژنوتیپ های مورد مطالعه را بر اساس صفات اندازه گیری شده کالوس تحت تنش خشکی در جنین بالغ و نابالغ به چهار دسته گروه بندی نمود. ژنوتیپ های شماره 2 و 5 که در کشت جنین بالغ و نابالغ در یک گروه تحت عنوان گروه ژنوتیپ های مقاوم قرار گرفتند به عنوان ژنوتیپ های متحمل به خشکی شناخته شدند.

**کلیمات کلیدی:** تحمل به خشکی - گندم نان - این ویترو

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
1	فصل اول: مقدمه
2	1-1-مقدمه
3	فصل دوم: بررسی منابع
4	1-2-گندم
4	1-1-2-سطح زیر کشت و میزان عملکرد گندم
5	2-2-خشکی
6	1-2-2-انواع خشکی
7	2-2-2-سازوکارهای مقاومت گیاهان به خشکی
7	1-2-2-2-تحمل خشکی
7	1-1-2-2-2-جابجایی آسمیلاتها
8	2-1-2-2-2-تجمع پرولین
8	3-1-2-2-2-تنظیم فشار اسمزی
8	2-2-2-2-اجتناب از خشکی
9	1-2-2-2-2-تداوم جذب آب توسط گیاه
9	2-2-2-2-2-کنترل و یا کاهش میزان اتلاف آب از گیاه
9	1-2-2-2-2-2-هدایت روزه‌ای
9	2-2-2-2-2-2-تجمع متابولیت‌های تنش
10	3-2-2-2-2-2-قشر مومی روی بشره و ضخامت کوتیکول
10	4-2-2-2-2-2-خصوصیات برگ
10	3-2-2-2-2-گریز یا فرار از خشکی
10	4-2-2-2-2-التیام یا بهبود از خشکی
10	3-2-2-ژنتیک مقاومت به خشکی
11	3-2-کشت سلول و بافت گیاهی
12	1-3-2-انواع کشت درون شیشه ای
14	2-3-2-کشت جنین
15	3-3-2-انواع کشت جنین
15	1-3-3-2-کشت جنین بالغ
17	2-3-3-2-کشت جنین نابالغ یا نجات جنین

صفحه	عنوان
19	2-3-4- کاربردهای کشت جنین
19	2-3-4-1- ممانعت از سقط جنین حاصل از تلاقی های دور
20	2-3-4-2- تولید گیاهان هاپلوئید
20	2-3-4-3- غلبه یافتن بر خواب بذر
20	2-3-4-4- کوتاه کردن دوره اصلاح
21	2-3-4-5- ممانعت از سقط جنین در وارثه های زودرس درختان میوه هسته دار
21	2-3-4-6- جنین ها مواد مناسب برای تکثیر کلون در این ویترو
21	2-3-4-7- جوانه زنی بذر گیاهان انگل اجباری
21	2-3-5- عوامل محیطی مؤثر در کشت جنین
21	2-3-5-1- ژنوتیپ
22	2-3-5-2- مرحله نمو جنین در هنگام جداسازی
23	2-3-5-3- شرایط رشد گیاهان مادری
23	2-3-5-4- ترکیب محیط کشت
23	2-3-5-1- عناصر معدنی
23	2-3-5-2- مواد آلی
23	2-3-5-2-1- مواد نیتروژن دار
24	2-3-5-2-2- منبع کربن
24	2-3-5-2-3- هورمون های رشد گیاهی
25	2-3-5-5- اکسیژن
25	2-3-5-6- نور
25	2-3-5-7- درجه حرارت
25	2-4- باززایی گیاهچه
27	2-5- اصلاح پدیده خشکی در گیاهان
28	2-5-1- استفاده از تنوع ژنتیکی درون گونه ای
28	2-5-1-1- غربال ژنوتیپ های مختلف براساس فنوتیپ آنها
28	2-5-1-2- تلاقی های درون گونه ای
28	2-5-2- استفاده از تنوع ژنتیکی برون گونه ای
28	2-5-3- ایجاد تنوع

صفحه	عنوان
28	2-5-3-1- جهش زایی
29	2-5-3-2- کشت بافت
32	2-5-3-3- انتقال ژن
34	<b>فصل سوم: مواد و روشها</b>
35	3-1- مواد گیاهی
36	3-2- محل انجام آزمایش
36	3-3- تکنیک های مورد نیاز در کشت بافت گیاهی
36	3-3-1- شستشوی ظروف
36	3-3-2- ضد عفونی کردن
36	3-3-2-1- محیط کشت
36	3-3-2-2- ظروف کشت و سایر وسایل
37	3-3-2-3- مواد گیاهی
37	3-3-2-3-1- ضد عفونی نمونه های گیاهی نابالغ
37	3-3-2-3-2- ضد عفونی نمونه های گیاهی بالغ
37	3-3-2-3-4- فضای انجام کار
38	3-4- انتخاب محیط های کشت
38	3-5- تهیه محیط کشت
38	3-5-1- محلول مادری شماره 1
39	3-5-2- محلول مادری شماره 2
39	3-5-3- محلول مادری شماره 3
39	3-5-4- محلول مادری شماره 4
39	3-5-5- محلول مادری شماره 5
40	3-5-6- محلول مادری شماره 6
40	3-6- تهیه یک لیتر محیط کشت MS برای کشت جنین
41	3-7- کشت جنین
42	2-8- انتقال کالوس ها به محیط کشت
42	3-9- خصوصیات طرح آزمایشی
43	3-10- صفات بررسی شده در آزمایش کشت جنین



صفحه	عنوان
43	3-10-1- در صد القاء کالوس
43	3-10-2- سرعت رشد کالوس (میلیمتر در روز)
43	3-10-3- رشد نسبی کالوس (بر اساس وزن تر)
43	3-10-4- سرعت رشد نسبی کالوس (بر اساس وزن تر)
44	3-10-5- سرعت رشد کالوس در خشکی
44	3-10-6- رشد نسبی کالوس در خشکی
44	3-10-7- سرعت رشد نسبی کالوس در خشکی (بر اساس وزن تر)
44	3-10-8- درصد کلروز کالوس در خشکی
44	3-10-9- شاخص تحمل خشکی
44	3-10-10- درصد محتوای آب کالوس
45	3-10-11- باززایی گیاهچه از کالوس
45	3-11- محاسبات آماری و تجزیه تحلیل داده ها
45	3-11-1- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین
45	3-11-2- تجزیه همبستگی
45	3-11-3- تجزیه خوشه ای
46	<b>فصل چهارم: نتیجه گیری و بحث</b>
47	4-1- کشت جنین بالغ
47	4-1-1- تجزیه واریانس صفات در محیط بدون تنش خشکی
47	4-1-2- مقایسه میانگین صفات در محیط کشت بدون تنش
50	4-1-3- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تنش خشکی
52	4-1-4- مقایسه میانگین ژنوتیپ های گندم نان از نظر صفات اندازه گیری شده کالوس تحت تنش خشکی
54	4-1-5- مقایسه میانگین سطوح مختلف خشکی از نظر صفات مورد مطالعه در کالوس های حاصل از جنین های بالغ
58	4-1-6- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و خشکی از نظر صفات مورد بررسی در کالوس های حاصل از جنین های بالغ تحت تنش خشکی
62	4-1-7- تجزیه همبستگی صفات در کشت جنین بالغ
63	4-1-8- تجزیه خوشه ای بر اساس صفات اندازه گیری شده کالوس در شرایط تنش
66	4-2- کشت جنین نابالغ
66	4-2-1- تجزیه واریانس صفات در محیط کشت بدون تنش
67	4-2-2- مقایسه میانگین صفات در محیط کشت بدون تنش

صفحه	عنوان
69	4-2-3- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده بر روی کالوس در شرایط تنش خشکی
71	4-2-4- مقایسه میانگین ژنوتیپ های گندم نان از نظر صفات مورد مطالعه کالوس های حاصل از جنین های نابالغ در شرایط تنش خشکی
73	4-2-5- مقایسه میانگین سطوح مختلف خشکی برای صفات مورد مطالعه در کالوس های حاصل از جنین های نابالغ
77	4-2-6- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و خشکی از نظر صفات مورد بررسی در کالوس های حاصل از جنین های نابالغ تحت تنش خشکی
81	4-2-7- تجزیه همبستگی صفات در کشت جنین نابالغ
83	4-2-8- تجزیه خوشه ای بر اساس صفات اندازه گیری شده کالوس حاصل از کشت جنین نابالغ
85	4-3- باززایی گیاهچه از کالوس
85	4-3-1- تجزیه واریانس درصد باززایی
86	4-3-2- مقایسه میانگین ژنوتیپ های باززایی شده و سطوح مختلف هورمون BAP
89	3-4- نتیجه گیری
91	پیشنهادات
92	پیوست
110	منابع

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
26	جدول 1-1 فهرست گونه های زراعی که باززایی گیاه توسط کشت سلولی برای آنها امکان پذیر بوده است.
35	جدول 1-2- مشخصات ژنوتیپ های مورد مطالعه
48	جدول 1-4- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در کشت جنین بالغ در مرحله القاء کالوس
49	جدول 2-4- مقایسه میانگین ژنوتیپ های گندم نان از نظر صفات مورد مطالعه در مرحله القاء کالوس از جنین بالغ
51	جدول 3-4- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده کالوس های حاصل از جنین های بالغ تحت تنش خشکی
51	جدول 4-4- نتایج تجزیه واریانس صفت شاخص تحمل خشکی در کالوس حاصل از جنین های بالغ تحت تنش خشکی
53	جدول 5-4- مقایسه میانگین ژنوتیپ های گندم نان از نظر صفات مورد مطالعه کالوس های حاصل از جنین های بالغ تحت تنش خشکی
55	جدول 6-4- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف خشکی بر صفات مورد مطالعه در کالوس های حاصل از جنین های بالغ
63	جدول 7-4- ضرایب همبستگی بین صفات (در محیط کشت خشک و غیر خشک) برای کالوس های حاصل از جنین های بالغ ژنوتیپ های مورد مطالعه
65	جدول 8-4- نتایج حاصل از تجزیه تابع تشخیص برای گروه بندی ژنوتیپ ها بر اساس صفات اندازه گیری شده کالوس حاصل از کشت جنین بالغ تحت تنش خشکی
66	جدول 9-4- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده کالوس های حاصل از جنین نابالغ در مرحله القاء کالوس
68	جدول 10-4- مقایسه میانگین ژنوتیپ های گندم نان در مرحله القاء کامل از نظر کالوس های حاصل از جنین های نابالغ
70	جدول 11-4- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده بر روی کالوس حاصل از جنین های نابالغ در شرایط تنش خشکی
70	جدول 12-4- نتایج تجزیه واریانس شاخص تحمل خشکی بر روی کالوس حاصل از جنین های نابالغ در شرایط تنش خشکی
72	جدول 13-4- مقایسه میانگین ژنوتیپ های گندم نان از نظر صفات مورد مطالعه در کالوس های حاصل از جنین های بالغ تحت تنش خشکی
74	جدول 14-4- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف خشکی بر صفات مورد مطالعه در کالوس های حاصل از جنین های نابالغ
82	جدول 15-4- ضرایب همبستگی بین صفات بررسی شده (در محیط کشت تنش و بدون تنش) در کشت جنین نابالغ گندم نان

- 83 جدول 4-16- نتایج تجزیه تابع تشخیص برای گروهبندی بر اساس صفات اندازه گیری شده در کشت کالوس جنین نابالغ تحت تنش خشکی
- 86 جدول 4-17- نتایج تجزیه واریانس باززایی کالوس حاصل از جنین های نابالغ
- 87 جدول 4-18- مقایسه میانگین در ژنوتیپ های مورد مطالعه از نظر درصد باززایی
- 87 جدول 4-19- مقایسه میانگین اثر سطوح مختلف هورمون BAP بر میزان باززایی

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
41	شکل 2-1- پتری دیش های حاوی محیط کشت در حال بسته شدن
41	شکل 2-2 - جدا نمودن جنین
42	شکل 2-3- پتری دیش های حاوی جنین گندم در اطاقک رشد
47	شکل 4-1- کالوس زایی جنین های نابالغ در شرایط بدون تنش
50	شکل 4-2- کالوس های قرار گرفته در شرایط تنش
55	شکل 4-3- نمودار رگرسیون رشد نسبی کالوس در سطوح مختلف خشکی
56	شکل 4-4- نمودار رگرسیون سرعت رشد نسبی کالوس در سطوح مختلف خشکی
56	شکل 4-5- نمودار رگرسیون درصد کلروز کالوس در سطوح مختلف خشکی
57	شکل 4-6- نمودار رگرسیون سرعت رشد کالوس در سطوح مختلف خشکی
57	شکل 4-7- نمودار رگرسیون درصد محتوای آب کالوس در سطوح مختلف خشکی
58	شکل 4-8- نمودار رگرسیون شاخص تحمل خشکی در سطوح مختلف خشکی
59	شکل 4-9- رشد نسبی کالوس 20 ژنوتیپ گندم نان در سطوح مختلف خشکی
59	شکل 4-10- سرعت رشد کالوس 20 ژنوتیپ گندم نان در سطوح مختلف خشکی
60	شکل 4-11- درصد کلروز کالوس 20 ژنوتیپ گندم نان در سطوح مختلف خشکی
60	شکل 4-12- سرعت رشد نسبی کالوس 20 ژنوتیپ گندم نان در سطوح مختلف خشکی
61	شکل 4-13- درصد محتوای آب کالوس 20 ژنوتیپ گندم نان در سطوح مختلف خشکی
61	شکل 4-14- شاخص تحمل خشکی 20 ژنوتیپ گندم نان در سطوح مختلف خشکی
64	شکل 4-15- نمودار خوشه ای حاصل از تجزیه صفات اندازه گیری شده کالوس حاصل از جنین بالغ تحت تنش خشکی به روش WARD
66	شکل 4-16- کالوس های حاصل از جنین نابالغ در محیط بدون تنش
69	شکل 4-17- کالوس های حاصل از جنین نابالغ در محیط تنش
74	شکل 4-18- نمودار رگرسیون رشد نسبی کالوس در سطوح مختلف خشکی
75	شکل 4-19- نمودار رگرسیون سرعت رشد نسبی کالوس در سطوح مختلف خشکی
75	شکل 4-20- نمودار رگرسیون سرعت رشد کالوس در سطوح مختلف خشکی
76	شکل 4-21- نمودار رگرسیون درصد کلروز کالوس در سطوح مختلف خشکی
76	شکل 4-22- نمودار رگرسیون درصد محتوای آب کالوس در سطوح مختلف خشکی
77	شکل 4-23- نمودار رگرسیون شاخص تحمل خشکی در سطوح مختلف خشکی
78	شکل 4-24- درصد کلروز کالوس ژنوتیپ های گندم نان در سطوح مختلف خشکی

## فهرست شکل ها

صفحه	عنوان
78	شکل 4-25- سرعت رشد نسبی کالوس ژنوتیپ های گندم نان در سطوح مختلف خشکی
79	شکل 4-26- رشد نسبی کالوس ژنوتیپ های گندم نان در سطوح مختلف خشکی
79	شکل 4-27- درصد محتوای آب کالوس ژنوتیپ های گندم نان در سطوح مختلف خشکی
80	شکل 4-28- سرعت رشد کالوس ژنوتیپ های گندم نان در سطوح مختلف خشکی
80	شکل 4-29- شاخص تحمل به خشکی ژنوتیپ های گندم نان در سطوح مختلف خشکی
84	شکل 4-30- نمودار خوشه ای حاصل از تجزیه صفات اندازه گیری شده کالوس حاصل از جنین نابالغ تحت تنش خشکی به روش WARD
85	شکل 4-31- باززایی گیاهچه دو هفته بعد از قرار گرفتن در محیط کشت باززایی
88	شکل 4-32- نمودار رگرسیون درصد باززایی در سطوح مختلف BAP
88	شکل 4-33- درصد باززایی در سطوح مختلف BAP

## فصل اول

### مقدمه

## 1-1- مقدمه

گندم (*T. aestivum* و *T. turgidum*) اولین غله و مهمترین گیاه زراعی دنیا است (8). این گیاه در محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی و مناطق جغرافیایی تولید می‌شود و به دلیل تطابق زیاد با شرایط آب و هوایی مختلف محیطی، دامنه پراکندگی آن بیش از هر گونه دیگر گندم است و غذای اصلی برای بخش عمده‌ای از جمعیت افزاینده جهان می‌باشد. این گیاه برای هزاران سال قوت روزانه بخش عمده‌ای از جمعیت جهان را تأمین کرده است (13 و 34). کشور ما در یکی از مناطق بسیار خشک جهان واقع شده است. متوسط میزان بارش سالانه آن 250 میلی‌متر است که حدود یک سوم متوسط میزان بارش جهانی می‌باشد. علاوه بر خشک بودن، ایران کشوری مستعد خشک‌سالی است و میزان خسارت خشک‌سالی به علت کاهش سرانه آب قابل دسترس ناشی از افزایش جمعیت، تغییر اقلیم و بهره‌برداری بیش از حد و کاهش کیفی منابع آب موجود (شوری و آلودگی) در حال افزایش است (16). تأمین امنیت غذایی از مهمترین اهداف توسعه می‌باشد که نیازمند انجام مطالعات و بررسی‌های زیر بنایی در بخش کشاورزی است. تنش‌های مختلف محیطی (اعم از تنش‌های زنده و غیره زنده) همواره از عوامل اصلی کاهش دهنده تولید محصولات زراعی و از موانع اصلی رسیدن به پتانسیل عملکرد محصولات مختلف بوده‌اند. لذا توجه به مقاومت واریته‌های زراعی به این تنش‌ها از دیدگاه به‌نژادی همواره مورد توجه بوده است (40). ایجاد گیاهان مقاوم به خشکی از طریق روش‌های سنتی بسیار وقت گیر و گاهی غیر ممکن است. بنابر این امروزه از شیوه‌های جدیدتر از جمله کشت بافت برای ایجاد گیاهان مقاوم به خشکی و سایر عوامل نامساعد استفاده می‌شود (18). کشت جنین گیاه به عنوان یکی از روش‌های مناسب جهت تولید کالوس، در سطح وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزیت استفاده از جنین‌ها در اصلاح گندم، باززایی سریع و غلبه بر سدهای طبیعی موجود در قابلیت تلاقی پذیری بین نژادها و ارقام مختلف گندم است (103).

این تحقیق به منظور ارزیابی تحمل خشکی در بیست ژنوتیپ گندم نان با استفاده از کشت جنین بالغ و نابالغ تحت شرایط اعمال شده تنش خشکی توسط پلی اتیلن گلایکول در سطوح (صفر، 5، 10، 15، 20 درصد) انجام گرفت.



فصل دوم  
بررسی منابع

## 2-1-1- گندم

گندم (*T. aestivum* و *T. turgidum*) اولین غله و مهمترین گیاه زراعی دنیا است. اهمیت گندم به لحاظ ویژگی گلوتن آن است که بخش چسبنده از پروتئین های سخت آندوسپرم می باشد و موجب کش آمدن خمیر تخمیر شده می شود (8). این گیاه در محدوده وسیعی از شرایط اقلیمی و مناطق جغرافیایی تولید می شود و به دلیل تطابق زیاد با شرایط آب و هوایی مختلف محیطی، دامنه پراکندگی آن بیش از هر گونه دیگر گندم است و غذای اصلی برای بخش عمده ای از جمعیت افزاینده جهان می باشد. این گیاه برای هزاران سال قوت روزانه بخش عمده ای از جمعیت جهان را تأمین کرده است (13 و 34). تاریخ کشت آن به حدود 12 تا 18 هزار سال قبل از میلاد می رسد. برای اولین بار در خاورمیانه و حدود 10 الی 15 هزار سال قبل از میلاد هم در آسیا دیده شده است (17). در کشور ما، نمونه هایی از گندم در کاوشهای باستان شناسی در دامغان کشف شد که نشانه ی قدمت گیاه در آن منطقه می باشد. درغارهای نزدیک همدان نیز دانه های گندم به دست آمدند که باستان شناسان معتقدند گندم از حدود 6-5 هزار سال قبل از میلاد مسیح در این مناطق کشت شده است (28).

زراعت غلات و به ویژه گندم قسمت اصلی کار کشاورزان مناطق نیمه خشک جهان را شامل می شود. در شرایط اقلیمی متغیر مناطق نیمه خشک، انواع گیاهانی که بتوانند بدون آبیاری کشت شوند نسبتاً محدودند و هیچ یک از آنها نتوانسته اند بر گندم که مهمترین گیاه این مناطق است ارجحیت پیدا کنند (35).

## 2-1-1-1- سطح زیر کشت و میزان عملکرد گندم

طی سال های 2004-2006 میلادی میانگین سطح برداشت گندم (گندم نان و گندم دوروم) بالغ بر 217 میلیون هکتار و مقدار تولید 621 میلیون تن دانه به ارزش تقریبی 150 میلیارد دلار بود. حدود 116 میلیون هکتار از این سطح برداشت در کشورهای در حال توسعه کشت شد و تولیدی معادل 308 میلیون تن دانه به ارزش تقریبی 75 میلیارد دلار داشت. در کشورهای توسعه یافته 90 درصد سطح زیر کشت گندم به صورت دیم است، در حالی که در کشورهای در حال توسعه بیش از 50 درصد سطح زیر کشت گندم آبی می باشد، به ویژه در کشورهای تولید کننده بزرگ نظیر هندوستان و چین. علاوه بر این، تفاوت های فاحش از نظر عملکرد دانه در بین کشورهای هر گروه و حتی کشورهایی که عملیات زراعی مشابه اعمال می کنند وجود

دارد. برای مثال در میان تولید کنندگان بزرگ گندم دیم (بیش از یک میلیون هکتار)، عملکرد دانه در سطح ملی از حدود 0/9 تن در هکتار در قزاقستان، 2/6 تن در هکتار در کانادا و تا 7/9 تن در هکتار در بریتانیا تغییر می کند. همین طور مغایرت هایی در میان کشورهای تولید کننده گندم آبی وجود دارد. برای مثال در هندوستان میانگین عملکرد دانه 2/6 تن در هکتار، در ایران 3/8 تن در هکتار در مقایسه با عملکرد دانه 6/5 تن در هکتار در مصر می باشد (13). در کشور ما در سال زراعی 85 و 1384 حدود 12/96 میلیون هکتار محصولات سالانه برداشت شد که حدود 9/37 میلیون هکتار آن که معادل 72/28 درصد می باشد به غلات اختصاص داشته است که از این مقدار 60/54 درصد آن آبیاری گردیده و بقیه به صورت دیم بوده است. در این سال زراعی گندم 42/73 درصد از زمین های زیر کشت غلات را به خود اختصاص داد (43).

در بعضی سال ها به علت کمی بارندگی در برخی مناطق کشور سطوح چشم گیری از زراعت دیم قابل برداشت نبوده و یا عملکرد پایینی داشته است. عملکرد گندم آبی به طور متوسط در ایران 3588 کیلوگرم در هکتار و عملکرد گندم دیم 1068 کیلوگرم در هکتار است (42). استان کرمانشاه از نظر سطح زیر کشت گندم آبی رتبه پانزدهم و از نظر سطح زیر کشت گندم دیم رتبه ششم را در کشور دارا می باشد. از نظر میزان تولید گندم به ترتیب رتبه یازدهم در تولید گندم آبی و رتبه دوم را از نظر تولید گندم دیم دارا می باشد. از لحاظ کل تولید گندم استان کرمانشاه در مقام پنجم در کشور قرار دارد سرانه مصرف گندم در استان کرمانشاه حدود 160 کیلوگرم است که با احتساب دو میلیون نفر جمعیت استان در حدود 320 تا 350 هزار تن مصرف گندم استان است. (15).

## 2-2- خشکی

فراهم بودن آب یکی از مهم ترین محدودیت های محیطی در میان محصولات تولید شده در جهان است. کمبود آب سبب کاهش معنی دار عملکرد در زمین های زراعی است و زراعت محصولات را در زمین های خشک و نیمه خشک محدود می کند (۸۸). کمبود آب در مقایسه با دیگر تنش های محیطی رشد و تولید محصولات زراعی را به شدت محدود می کند. (137). رشد بهینه گیاه و تولید موفق محصول نیاز به شرایط خاک مناسب، آب کافی و ذخیره مواد غذایی دارد. استرس محیطی در یکی از فاکتور های محیطی یا ترکیبی از فاکتورها از رشد گیاه و عملکرد مناسب آن ممانعت می کند. به هر حال، وابستگی، در گونه های گیاهی در مراحل معینی مانند جوانه زنی، گیاهچه و گلدهی می تواند بحران مهمی برای استرس آب باشد. استرس آب بر سنتز پروتئین، فتوسنتز، تنفس و سنتز نوکلئیک اسید تاثیر می گذارد که می تواند کاهش عملکرد را ناشی شود (81). علاوه بر این برای تنوع ژنتیکی، اثرات خشکی در گیاهان بستگی به زمان، دوره و شدت استرس دارد (۱۴۳). خشکی شایع ترین تنش محیطی است که خطری برای تولید محصولات زراعی در ایران و جهان می باشد. خشکی موقعی اتفاق می افتد که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش

داخلی در گیاه شده و در نتیجه تولید را کاهش دهد (21 و 38). از دیدگاه کشاورزی، خشکی عبارت است از ناکافی بودن مقدار و توزیع آب قابل استفاده در طی دوره رشد گیاه که این امر موجب کاهش بروز توان کامل ژنتیکی گیاه می گردد. خشکی عامل اصلی محدود کننده تولیدات کشاورزی می باشد که گیاه را از رسیدن به حداکثر توان محصولدهی باز می دارد (113). کرامر (1983) خشکی را به عنوان نبود یا کمبود رطوبت در مراحل حساس رشد گیاه تعریف نموده است. تنش خشکی فقط در مواردی که باران به طور دراز مدت یا کوتاه مدت قطع شود اتفاق نمی افتد، بلکه در مواردی هم که میزان تعرق از میزان جذب آب به وسیله ریشه فزونی می گیرد، حتی با وجود آب قابل مصرف کافی در خاک، پیش می آید و رشد گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد (33). تنش کمبود آب صدمات متعددی را بر گیاهان وارد می کند و باعث ایجاد واکنش های متفاوت در طی دوره تنش می شوند (126 و 128) تنش خشکی در گیاهان با کمبود رطوبت یا خشکی القاء شده به وسیله تنش شوری ایجاد می شود و در طول تنش باعث افزایش سنتز پرولین و تغییرات متابولیکی دیگر مانند افزایش سنتز اسیدهای فنولی و متابولیت های چرب ضروری می شود (49). کشور پهناور ایران در منطقه خشک و نیمه خشک قرار گرفته است. در ایران خشکی مهم ترین عامل بازدارنده تولید غلات دانه ریز بویژه گندم است (15).

## 2-2-1-انواع خشکی

گیاهان در معرض سه نوع خشکی قرار می گیرند:

### الف - خشکی موقتی

دوره های تنش موقت که گاهی در مراحل مختلف نمو گیاه رخ می دهند و مشخصه اصلی مناطق نیمه خشک می باشد.

### ب - خشکی انتهایی

با نزدیک شدن به پایان دوره رشد، تنش رطوبتی افزایش می یابد و از تشکیل و رسیدگی معمولی دانه جلوگیری می کند. این خشکی در اقلیم های مدیترانه ای بسیار متداول است .

### ج - خشکی فصلی

عبارت از بارندگی ناکافی برای تولید اقتصادی گیاهان زراعی است و مشخصه مناطق خشک می باشد، عموماً به صورت دوره ای در نواحی حاشیه ای مناطق نیمه خشک و گاهی در خود مناطق نیمه خشک رخ می دهد (2).