بررسی شاخص‌های تنش خشکی و روابط بین اجزاءِ عملکرد ارقام گندم نان (در منطقه قزوین)

رضا سعیدی[1*]

1-دکترای آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

saeidi@org.ikiu.ac.ir

تاریخ دریافت: 1401/05/22 تاریخ پذیرش: 1401/11/16

چکیده

در این پژوهش ارقام گندم نان با هدف تعیین رقم بهینه کشت، از نظر شاخص‌های تنش خشکی بررسی شد. تیمارهای اصلی شامل کشت دیم و آبی و تیمارهای فرعی شامل ارقام سرخ تخم (E_1)، بک‌کراس روشن (E_2)، بم (E_3)، آذر 2 (E_4) و کویر (E_5) بود. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. مقدار اجزاءِ عملکرد گندم (میانگین کشت دیم و آبی) برای ارقام سرخ تخم، بک‌کراس روشن، بم، آذر 2 و کویر به‌ترتیب برابر با 5322، 6702، 6122، 4621 و 4259 کیلوگرم بر هکتار (عملکرد دانه) و 4790، 6402، 5411، 4299 و 4013 کیلوگرم بر هکتار (عملکرد کاه) اندازه‌گیری شد. از کشت دیم تا کشت آبی، میزان عملکرد به‌ترتیب برابر با 57٪، 100٪، 82٪، 41% و 36٪ (عملکرد کل)، 40٪، 93٪، 60٪، 30٪ و 29٪ (عملکرد کاه) و 75٪، 106٪، 105٪، 53٪ و 43٪ (عملکرد دانه) افزایش یافت. در این پژوهش بین عملکرد دانه (X) و کاه (Y)، در کشت آبی رابطه Y=0.867X و در کشت دیم رابطه Y=1.017X برازش داده شد. برای بررسی میزان حساسیت ارقام به تنش خشکی، از شاخص‌های MP، GMP، TOL، SSI و STI برای اجزاءِ دانه و کاه گندم استفاده شد. نتیجه کلی این‌که برای انتخاب رقم بهینه کشت (در منطقه قزوین)، اولویت به‌ترتیب به ارقام بک‌کراس روشن، بم، سرخ تخم، آذر 2 و کویر داده شد. درصورت تأمین آب برای آبیاری، می‌توان در کشت رقم بک‌کراس روشن، میزان عملکرد دانه را به بیش از دو برابر و عملکرد کاه را نزدیک به دو برابر افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: ***تنش آبی، شاخص برداشت، شاخص حساسیت تنش، کشت دیم***

مقدمه

رشد روزافزون جمعیت انسان و دام و نیاز به تأمین خوراک آن‌ها، باعث می‌شود که پژوهش‌های بیشتری در زمینه افزایش عملکرد محصولات گیاهی در واحد سطح انجام شود.گندم نان از جمله محصولات زراعی راه‌بردی به‌شمار می‌رود که علاوه بر کشت آبی، می‌توان با کشت پاییزه آن، از نزولات جوّی در طول دوره رشد گیاه بهره‌مند شد (6). بر اساس آمارنامه جهاد کشاورزی در سال زراعی 99-1398 سطح زیر کشت محصولات زراعی در ایران حدود 12/192 میلیون هکتار بوده که 51/4٪ آن به کشت آبی و 48/6٪ اراضی به کشت دیم اختصاص یافته است. در اراضی مذکور حدود 91/8 میلیون تن انواع محصولات زراعی برداشت شده است که 91/34٪ آن به کشت آبی و 8/66٪ نیز به کشت دیم مربوط بوده است. در این میان، کشت گندم دیم و آبی به‌ترتیب رتبه اول و دوم تولید را در بین محصولات زراعی ایران داشته است (1). درصورت فراوانی آب کشاورزی در منطقه تحت کشت و امکان آبیاری اراضی (از نظر خصوصیات توپوگرافی)، می‌توان با تأمین آب مورد نیاز گیاه، عملکرد محصول گندم را افزایش داد. از سوی دیگر انتخاب ارقام مناسب بذر در منطقه مورد نظر نیز می‌تواند باعث افزایش عملکرد محصول در واحد سطح بشود. در این‌باره در پژوهشی در منطقه نیشابور، عملکرد شش رقم گندم چمران، پیشتاز، بهار، سیروان، سیوند و پارسی مقایسه شد. نتایج نشان داد که مناسب‌ترین رقم گندم برای منطقه نیشابور، رقم پارسی با مقدار عملکرد 6000 کیلوگرم در هکتار بود که بیشترین میزان تولید سنبله در واحد سطح و بیشترین شاخص سطح برگ در مرحله گرده‌افشانی، مربوط به رقم مذکور بود (3). در تحقیق دیگر، عملکرد و اجزاءِ عملکرد سه رقم گندم شامل بهار، پیشتاز و چمران در دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد بررسی شد. نتایج نشان داد که رقم بهار بیشترین شمار سنبله در واحد سطح، وزن هزاردانه و عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (4). در منطقه باجگاه شیراز، عملکرد و اجزای عملکرد در 20 رقم گندم نان ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در منطقه تحت کشت، رقم‌های دانش، سیروان، جونز، بهاران و سیمونیدا به‌ترتیب با عملکرد دانه به‌میزان 1002، 799، 767، 724 و 721 گرم بر متر مربع، دارای پتانسیل عملکرد بیشتری بوده است (5). به‌منظور ارزیابی حساسیّت ارقام مختلف گندم به تنش خشکی و انتخاب بذر مناسب، شاخص‌های متنوعی معرفی شده است. در این‌باره شاخص تحمل (TOL[2]) و شاخص میانگین بهره‌وری (MP[3]) توسط Rossielle and Hamblin (1981) پیشنهاد شده است. مقادیر بالای شاخص TOL نشان‌دهنده حساسیّت بیشتر ارقام به تنش خشکی، نسبت به شرایط بدون تنش است (20). از سوی دیگر، شاخص‌های تحمل تنش (STI[4]) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP[5]) برای ارزیابی ارقام متحمل به تنش خشکی (16) و شاخص حساسیّت به تنش (SSI[6]) برای انتخاب ارقام دارای بیشترین عملکرد در شرایط تنش خشکی (17) ارائه شده‌اند. مقادیر بالای شاخص STI و مقادیر کم‌تر از عدد یک برای شاخص SSI، نشان‌دهنده تحمل بیشتر تنش و عملکرد بالقوه بالای ارقام می‌باشد. در پژوهشی در شرایط آب و هوایی اهواز گزارش شد که

2- Tolerance, TOL
3- Mean productivity, MP
4- Stress tolerance index, STI
5- Geometric mean productivity, GMP
6- Stress susceptibility index, SSI

شاخص‌های GMP، STI و MP شاخص‌های برتر در ارزیابی تحمل گرما در ارقام گندم با استفاده از صفات فیزیولوژیک بوده است (2). در پژوهشی در دانشگاه آزاد اسلامی قائم‌شهر، اثر تنش گرمای انتهای فصل رشد بر عملکرد و اجزاءِ عملکرد هفت رقم گندم دوروم شامل یاواروس، دنا، کرخه، آریا، بهرنگ، ساجی و زردک بررسی شد. نتایج نشان داد که رقم بهرنگ با متوسط عملکرد 5310 کیلوگرم در هکتار (در شرایط نرمال آبیاری) و کاهش 16/9 درصدی در شرایط تحت تنش، بیش‌ترین میزان شاخص‌های STI، MP و GMP را داشت و به‌عنوان مناسب‌ترین رقم گندم دوروم برای کشت در منطقه مازندران معرفی شد (11). باتوجه به نتایج پژوهش‌های گذشته، هدف از پژوهش حاضر این است که مقدار عملکرد و اجزاءِ عملکردارقام گندم نان در شرایط کشت آبی و کشت دیم در منطقه قزوین بررسی شود. ارقام موردنظر به‌گونه‌ای انتخاب شدند که تاکنون در ارتباط با موضوع پژوهش و در منطقه تحت کشت، مورد مطالعه قرار نگرفته باشند. در این شرایط با استفاده از شاخص‌های تنش خشکی شامل SSI، MP، GMP، TOL و STI، اثر تنش حاصل از کشت دیم بر روی ارقام گندم مطالعه شده و بهترین رقم گندم نان (در بین ارقام موردنظر) برای کشت در منطقه قزوین پیشنهاد می‌شود. از سوی دیگر با تعیین روابط بین اجزاءِ عملکرد ارقام گندم، می‌توان مقدار هر یک از اجزاءِ دانه و کاه گندم را بر اساس دیگری برآورد نمود و واکنش دانه و کاه ارقام مختلف گندم را نسبت به شرایط کشت آبی و دیم بررسی کرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی گندم نان و در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی آب دانشگاه بین‌المللی امام خمینی(ره) (واقع در شهر قزوین) انجام شد (شکل 1). محل پژوهش در موقعیت جغرافیایی با عرض شمالی "36˚18'19 و طول شرقی "38 '50˚00 و ارتفاع 1346 متر (از سطح دریا) قرار داشت. تیمارهای اصلی شامل دو نوع کشت دیم (D) و آبی (I) گندم نان و تیمارهای فرعی (پنج رقم گندم نان) شامل ارقام سرخ تخم (E_1)، بک‌کراس روشن (E_2)، بم (E_3)، آذر 2 (E_4) و کویر (E_5)، بر اساس سازگاری با اقلیم منطقه مورد مطالعه تعیین شد. آزمایش با تعداد 10 تیمار و سه تکرار، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. قبل از اجرای پژوهش، از اعماق 25-0، 50-25، 75-50 و 100-75سانتی‌متری خاک مزرعه، نمونه تهیه شد و به آزمایشگاه خاک‌شناسی (تحت نظارت جهاد کشاورزی استان قزوین) انتقال داده شد. تجزیه شیمیایی و فیزیکی نمونه‌های خاک، توسط آزمایشگاه انجام شد و نتایج آن در جدول (1) ارائه شد.

شکل 1- محل اجرای پژوهش در منطقه مورد مطالعه

جدول 1- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه

پارامتر	واحد	عمق خاک (سانتی‌متر)			
		0-25	25-50	50-75	75-100
هدایت الکتریکی اولیه عصاره اشباع خاک	$dS.m^{-1}$	0/32	0/34	0/35	0/3
اسیدیته خاک (pH)	-	7/1	7/3	7/2	7/1
بافت خاک	-	لوم شنی	لوم شنی	لوم شنی	لوم شنی
رس	%	10	8	11	10
سیلت	%	31	28	27	29
شن	%	59	64	62	61
رطوبت وزنی حد ظرفیت مزرعه	%	24	23	24	24
رطوبت وزنی در نقطه پژمردگی دائم	%	11	10	10/5	11
چگالی ظاهری	$g.cm^{-3}$	1/33	1/4	1/37	1/39
نیتروژن کل	%	0/28	0/22	0/17	0/18
پتاسیم قابل جذب	p.p.m	391	284	273	258
فسفر قابل جذب	p.p.m	27	26	27	24

به‌منظور کاشت بذور در فضای مزرعه، کرت‌هایی مسطح، بدون شیب و با ابعاد 3×3 متر آماده شد. برای جلوگیری از اثر جانبی کرت‌ها بر یکدیگر، فاصله بین کرت‌ها دو متر از هم درنظر گرفته شد. عملیات کشت بذور برای هر دو تیمار دیم و آبی، در چهارم آذرماه انجام شد. بر اساس دستورالعمل فنی کشت گندم، تراکم مناسب کاشت بذر ارقام متنوع گندم نان برای اقالیم مختلف ایران از میزان 350 الی 500 بذر در متر مربع و برای مناطق سردسیر (مانند قزوین) تعداد 450 بذر در متر مربع گزارش شد (12). از این‌رو به جهت یکسان شدن شرایط کشت برای ارقام مورد پژوهش، تعداد 450 بذر در متر مربع و به‌صورت دستی در کرت‌ها کشت شد. به‌دلیل زمستانه بودن کشت، هیچ یک از تیمارها پس از عملیات کاشت آبیاری نشدند و جوانه‌زنی بذور صرفاً از طریق جذب رطوبت اولیه خاک و نزولات جوی انجام شد. وضعیت آماری پارامترهای مهم هواشناسی در دوره رشد گندم و برای منطقه مورد مطالعه، به‌شرح جدول (2) بود.

جدول2- آمار هواشناسی در طول دوره رشد گندم

ماه	دما (C°)		رطوبت نسبی (٪)		بارندگی	ساعات	بیشینه سرعت باد
	کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه	(mm)	آفتابی	m s^{-1}
آذر	-6/4	15/2	48	91	22/5	147/8	8
دی	-4/4	16/2	39	87	22/8	153	12
بهمن	-8/4	20/2	44	90	58/2	133/8	13
اسفند	-3/6	28	38	82	50/8	129/1	15
فروردین	-2/4	25/6	29	76	66	234/1	9
اردیبهشت	4/6	30/4	31	83	125/2	239/1	14
خرداد	9/8	36/8	18	74	0/8	350/4	20

زمان انجام آبیاری در تیمار کشت آبی

در طول دوره رشد گندم، مقدار رطوبت خاک از سطح تا عمق 100 سانتی‌متری (چهار لایه 25 سانتی‌متری) در مرکز هر کرت و به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. برای این کار از دستگاه بازتاب‌سنج دامنه زمانی امواج (TDR[7]) مدل TRIME-FM استفاده شد. قبل از شروع پژوهش، آزمایشی در داخل کرت‌ها انجام شد و اعداد ثبت شده توسط دستگاه TDR نسبت به مقادیر واقعی رطوبت خاک مزرعه واسنجی شد. در نشریه فائو-56، متوسط حد آب سهل‌الوصول خاک (RAW[8]) در طول دروه رشد گندم، برای همه ارقام گندم به‌میزان 55 درصد رطوبت موجود بین دو حدظرفیت مزرعه (FC[9]) و نقطه پژمردگی دائم (PWP[10]) گزارش شد (15). اما برای اطمینان از این‌که در مراحل مختلف رشد گیاه گندم (تحت کشت آبی) هیچ تنش آبی وارد نمی‌شود، حد آب سهل‌الوصول خاک به‌مقدار 45 درصد درنظر گرفته شد. بنابراین هر زمان که مقدار 45 درصد از رطوبت خاک بین دو حد FC و PWP به اتمام می‌رسید، آبیاری انجام می‌شد. درصد رطوبت وزنی خاک در حد FC و PWP با استفاده از دستگاه صفحات فشاری (به‌ترتیب تحت فشارهای مکشی یک‌سوم و 15 اتمسفر) و خشک کردن خاک در گرم‌خانه، محاسبه و در جدول (1) ارائه شد. برای محاسبه و کنترل حد آب سهل‌الوصول خاک نیز از رابطه (1) استفاده شد (21). به‌طور کلی با توجه به آمار بارندگی و دمای هوا در جدول (2) و توقف رشد گیاه در ماه‌های سرد سال، کاهش رطوبت خاک و نیاز به آبیاری اصولاً پس از آغاز فصل بهار مشاهده شد.

$$RAW = \frac{\theta_{FC} - \theta_0}{\theta_{FC} - \theta_{PWP}} \quad (1)$$

در رابطه 1، RAW: حد آب سهل‌الوصول خاک، θ_{FC}: رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت مزرعه (درصد)، θ_0: رطوبت وزنی خاک (درصد) در زمان انجام آبیاری و θ_{PWP}: رطوبت وزنی خاک در حد نقطه پژمردگی دائم (درصد) می‌باشد.

حجم آب آبیاری در تیمار کشت آبی

در زمان انجام آبیاری، حجم آب آبیاری با هدف رساندن رطوبت خاک ناحیه ریشه گیاه به حد رطوبت FC تعیین شد. از این‌رو کرت‌های جداگانه‌ای برای ارقام گندم نان (در پژوهش حاضر) درنظر گرفته شد و از طریق خارج کردن بوته از خاک، عمق توسعه ریشه گیاه اندازه‌گیری شد. بر

7- Time domain reflectometer, TDR
8- Readily available water, RAW
9- Field capacity, FC
10- Permanent wilting point, PWP

اساس مقدار اختلاف رطوبت خاک تا حد FC، چگالی خاک، عمق توسعه ریشه و مساحت کرت، حجم آب آبیاری از طریق رابطه (2) محاسبه شد (8). لازم به‌ذکر است پایش رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه گیاه، در لایه‌های 25 سانتی‌متری عمق خاک (به‌صورت جداگانه) انجام شد و در زمان آبیاری، کمبود رطوبت لایه‌های خاک در عمق ریشه (تا حد FC) برطرف شد. از این‌رو رابطه (2) نشان‌دهنده حجم تجمعی آب مورد نیاز در لایه‌های خاک منطقه ریشه (نهایتاً تا عمق یک متری) بود. در عملیات آبیاری، آب توسط شیلنگ به کرت‌ها انتقال داده شد و آبیاری در کرت‌ها به‌صورت غرقابی انجام شد. مقدار حجم آب ورودی به هر کرت توسط کنتور حجمی کنترل شد. آب به‌شکل یکنواخت در سطح هر کرت توزیع شد و با توجه به تراز بودن کف کرت‌ها، محصور بودن کرت‌ها توسط پشته‌ها و عدم خروج آب از آن‌ها، راندمان کاربرد آبیاری صد در صد در نظر گرفته شد.

$$V = \sum_{i=1}^{i=4}\left[\frac{(FC_i-\theta_i)}{100}\times \rho b_i \times D_i\right]\times A \quad (2)$$

V: حجم آب آبیاری (مترمکعب)،FC: رطوبت وزنی خاک در حد ظرفیت مزرعه (٪)، θ: رطوبت وزنی خاک در زمان قبل از آبیاری (٪)، i: شمارنده لایه‌های عمق خاک (در این پژوهش نهایتاً چهار لایه0/25 متری درنظر گرفته شده است)، ρb: چگالی ظاهری لایه خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)، D: عمق لایه خاک (متر) و A: مساحت کرت (متر مربع).

برداشت محصول و تحلیل آماری

زمان برداشت محصول گندم در بازه زمانی اواخر خردادماه تا اوایل تیرماه، با توجه به رسیدگی محصول و سخت شدن دانه‌ها و کاهش رطوبت آن‌ها (حدود 14 درصد) که از نظر ظاهری همراه با خشک شدن کامل برگ‌ها، ساقه و ریشک‌ها بود، تعیین شد. برای این منظور، یک قاب چوبی با ابعاد داخلی 1×1 متر (مساحت یک متر مربع) تهیه شد و به‌صورت تصادفی به داخل کرت‌ها انداخته شد. سپس بوته‌های داخل قاب از کف زمین بریده شد و برای اندازه‌گیری اجزاءِ عملکرد محصول، به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه به‌طور مجزا وزن کاه و دانه در واحد سطح، وزن هزاردانه، وزن خوشه و دانه‌های آن توسط ترازوی دقیق (با دقت صدم گرم) اندازه‌گیری شد. سایر صفات از قبیل تعداد دانه‌های خوشه ، تعداد خوشه در کرت، طول خوشه، طول ریشک و ارتفاع بوته نیز اندازه‌گیری شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات توسط نرم‌افزار SPSS و با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. برای برآورد عملکرد نسبی محصول در کشت آبی (نسبت به کشت دیم) و شاخص برداشت محصول به‌ترتیب از روابط (3) و (4) استفاده شد. برای ارزیابی تحمل ارقام گندم نان به تنش خشکی (حاصل از کشت دیم) از شاخص‌های تنش آبی (روابط 5 الی 9) استفاده شد.

$$Y_R = \frac{Y_I}{Y_D} \quad (3)$$

Y_R: عملکرد نسبی محصول کشت آبی نسبت به کشت دیم (بی بُعد)، Y_I: عملکرد محصول در تیمارهای تحت آبیاری (کیلوگرم بر هکتار)، Y_D: عملکرد محصول در تیمار کشت دیم (کیلوگرم بر هکتار).

$$HI = \frac{Y_g}{Y} \quad (4)$$

HI: شاخص برداشت محصول (18)، Y_g: عملکرد دانه گندم (کیلوگرم بر هکتار)، Y: عملکرد کل زیست‌توده خشک گندم (کیلوگرم بر هکتار).

$$SSI=\frac{[1-(Y_{si}/Y_{pi})]}{[1-(Y_s/Y_p)]} \quad (5)$$

$$GMP=\sqrt{(Y_{pi}\times Y_{si})} \quad (6)$$

$$MP=\frac{(Y_p+Y_s)}{2} \quad (7)$$

$$TOL=Y_{pi}-Y_{si} \quad (8)$$

$$STI=\frac{(Y_{pi}\times Y_{si})}{(Y_p)^2} \quad (9)$$

SSI: شاخص حساسیّت به تنش (17)، GMP: میانگین هندسی بهره‌وری (کیلوگرم بر هکتار) (16)، MP: بهره‌وری متوسط (کیلوگرم بر هکتار) (20)، TOL: شاخص تحمل تنش (کیلوگرم بر هکتار) (20) و STI: شاخص حساسیّت به تنش (16)، Y_{si}: عملکرد بالقوه هر رقم در محیط کشت دیم یا تحت تنش (کیلوگرم بر هکتار)، Y_{pi}: عملکرد بالقوه هر رقم در محیط بدون تنش تحت کشت آبی (کیلوگرم بر هکتار)، Y_s: میانگین عملکرد کلیه ارقام در محیط کشت دیم یا تحت تنش (کیلوگرم بر هکتار)، Y_p: میانگین عملکرد کلیه ارقام در محیط بدون تنش تحت کشت آبی (کیلوگرم بر هکتار).

نتایج و بحث

عملکرد و اجزاءِ عملکرد گندم

در این پژوهش اثر شرایط کشت دیم و آبی بر عملکرد نهایی محصول پنج رقم گندم نان شامل سرخ تخم (E_1)، بک‌کراس روشن (E_2)، بم (E_3)، آذر 2 (E_4) و کویر (E_5) بررسی شد. اجزاءِ عملکرد شامل عملکرد دانه، عملکرد کاه، وزن هزاردانه، وزن خوشه، وزن دانه در خوشه، تعداد دانه در خوشه، تعداد خوشه در کرت، طول خوشه، طول ریشک و ارتفاع بوته بود. نتایج در جدول (3) نشان داد که اثر نوع کشت و رقم بذر بر همه اجزاءِ عملکرد گندم، در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اما اثر متقابل نوع کشت و رقم بذر بر طول خوشه و تعداد دانه در خوشه بی‌معنی، بر وزن خوشه و وزن دانه در خوشه در سطح احتمال پنج درصد و در بقیه اجزاءِ عملکرد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. به‌طور کلی اثر متقابل ژنتیک (رقم) گیاه و نوع کشت (از نظر تأمین آب مورد نیاز گیاه) بیشتر بر روی تعداد پنجه‌زنی گیاه و تولید خوشه در کرت و به‌دنبال آن تفاوت عملکرد محصول مشاهده شد. در این‌باره در تحقیقی بر روی شش رقم گندم شامل چمران، پیشتاز، بهار، سیروان، سیوند و پارسی در منطقه نیشابور، گزارش شد که تعداد خوشه در واحد سطح بیشترین همبستگی را (در بین اجزاءِ عملکرد) با عملکرد نهایی گندم داشته است (3). از این‌رو نتیجه پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های گذشته مطابقت داشته است. پژوهشی دیگر در منطقه خرم آباد بر روی سه رقم گندم بهار، پیشتاز و چمران انجام شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین تعداد خوشه (344 خوشه در متر مربع)، وزن هزاردانه (41/6 گرم) و عملکرد دانه (5529 کیلوگرم در هکتار) در رقم بهار، بیشترین ارتفاع بوته (129/3 سانتی‌متر) و عملکرد بیولوژیک (13 تن در هکتار) در رقم چمران و بیشترین تعداد دانه در خوشه (39 عدد) در رقم پیشتاز ایجاد شد. از سوی دیگر عملکرد دانه با تعداد خوشه در واحد سطح و وزن هزاردانه دارای همبستگی معنی‌دار مثبت بود (4). در منطقه البرز استان قزوین، ارقام گندم نان شامل پیشگام، حیدری، پارسی، میهن و سیوند، از نظر عملکرد و اجزای عملکرد مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که رقم پیشگام با عملکرد دانه 6035 کیلوگرم در هکتار و رقم میهن با عملکرد دانه 4400 کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب

بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد را در بین ارقام گندم داشته‌اند. بیشتر بودن عملکرد دانه در رقم پیشگام به‌دلیل بالاتر بودن تعداد سنبله در سطح و تعداد دانه در سنبله بوده است. از سوی دیگر، بیشترین عملکرد بیولوژیک (کاه و دانه) مربوط به رقم سیوند با میانگین عملکرد 28110 کیلوگرم در هکتار بود (13).

جدول 3- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در طرح

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		عملکرد دانه	عملکرد کاه	وزن هزاردانه	وزن خوشه	وزن دانه خوشه	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در کرت	طول خوشه	طول ریشک	ارتفاع بوته
تکرار	2	0/71^{ns}	0/02^{ns}	3/5^{ns}	0/12^{ns}	0/03^{ns}	15/1^{ns}	243/7^{ns}	/044^{ns} 0	0/13^{ns}	27/6^{ns}
نوع کشت	1	69/8**	47/7**	589/6**	21/7**	11/5**	2980**	83635**	17/2**	7**	** 3000
رقم بذر	4	6/2**	4/01**	76/9**	2/07**	1/37**	297**	12148**	1/92**	87/1**	258**
نوع کشت×رقم بذر	4	2/8**	0/61**	13/8**	0/26*	0/18*	2/45^{ns}	1893**	0/04^{ns}	0/46**	61/7**
خطا	18	0/06	0/12	1/2	0/06	0/03	5/3	364	0/09	0/06	9/6

ns ، ** و *: به‌ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد

از سوی دیگر مقادیر اجزاءِ عملکرد در تیمارهای مختلف، در جدول (4) ارائه شده است. به‌طور کلی، بیشترین تا کم‌ترین مقادیر عملکرد دانه و کاه و سایر اجزاء به‌ترتیب مربوط به ارقام بک‌کراس روشن، بم، سرخ تخم، آذر 2 و کویر بوده است. بین پُربازده‌ترین تا کم‌بازده‌ترین رقم، میزان اختلاف عملکرد دانه و کاه به‌ترتیب 4005 و 3916 کیلوگرم در هکتار (در کشت آبی) و 882 و 861کیلوگرم در هکتار (در کشت دیم) بود. نتایج مذکور از یک سو اثر انتخاب رقم مناسب بذر در منطقه را نشان می‌دهد و از سوی دیگر اثر تأمین آب مورد نیاز گیاه (درصورت وجود شرایط لازم) را بیان می‌کند. میزان افزایش عملکرد در کشت آبی نسبت به کشت دیم، در ارقام بک‌کراس روشن، بم، سرخ تخم، آذر 2 و کویر به‌ترتیب برابر با 106٪، 105%، 75%، 53% و 43٪ (عملکرد دانه) و 93%، 61%، 40%، 30% و 29٪ (عملکرد کاه) محاسبه شد. نتایج مذکور نشان داد که در کشت آبی، عملکرد (وزن) دانه نسبت به عملکرد کاه با شدت بیشتری افزایش یافته است. علت رویداد فوق در این‌است که تأمین آب مورد نیاز گیاه گندم به‌خصوص در مراحل حساس رشد (مانند پُر شدن دانه‌ها)، باعث وزن‌گیری دانه‌ها شده است. در تحقیقی مشابه بر روی گندم رقم پیشتاز در منطقه قزوین نیز گزارش شد که یک نوبت آبیاری گیاه در مرحله پُر شدن دانه‌ها، باعث افزایش عملکرد دانه و کاه به‌میزان 26٪ و 12٪ نسبت به شرایط کشت دیم شد(8). در پژوهشی در منطقه کرمانشاه، اثر آبیاری تکمیلی گندم دیم در مرحله گرده‌افشانی، بر روی ارقام کراس البرز و سرداری بررسی شد. نتایج نشان داد که به طور متوسط عملکرد دانه گندم 32% نسبت به کشت دیم افزایش یافت(9). از این‌رو پژوهش‌های مذکور اثر آبیاری گیاه در مراحل حساس رشد را نشان داد. در تحقیق دیگر در منطقه کاشمر اثر چهار تیمار آبیاری شامل (I_1) 100 درصد، (I_2) 80 درصد، (I_3) 60 درصد و (I_4)

40 درصد نیاز آبی گیاه، بر روی گندم رقم پیشگام انجام شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد کاه و عملکرد دانه به‌ترتیب به‌مقدار 103/6 سانتی‌متر، 36/7 گرم، 9/1 تن در هکتار و 7/2 تن در هکتار متعلق به تیمار آبیاری کامل (I_1) بود. همچنین کم‌ترین میزان پارامترهای مذکور به‌ترتیب به‌مقدار 74 سانتی‌متر، 21/8 گرم، 3/3 تن در هکتار و 2 تن در هکتار متعلق به تیمار I_4 بود (10). نتایج پژوهش مذکور از جهت اثر کمبود آب خاک بر عملکرد اجزاءِ گندم، مشابه نتایج پژوهش حاضر در جدول (4) بود. از سوی دیگر بر اساس آمارنامه زراعی سال 99-1398، وزارت جهاد کشاورزی متوسط عملکرد دانه انواع ارقام گندم را در دو شیوه کشت آبی و دیم، به‌ترتیب 4754 و 1067 کیلوگرم بر هکتار در سطح کل اراضی استان قزوین گزارش کرد (1). از این‌رو در پژوهش حاضر میزان عملکرد ارقام گندم، از متوسط مقدار آن در سال زراعی 99-1398 بیشتر بوده است. دستاورد این بخش از پژوهش این بود که رقم بک‌کراس روشن به‌عنوان رقم مناسب گندم نان (در بین پنج رقم پژوهش حاضر) در منطقه قزوین معرفی شد و درصورت تأمین آب برای آبیاری، می‌توان عملکرد دانه در رقم مذکور را به بیش از دو برابر و عملکرد کاه را نزدیک به دو برابر افزایش‌داد.

جدول 4- مقایسه میانگین صفات مختلف، تحت اثر متقابل نوع کشت و رقم بذر گندم

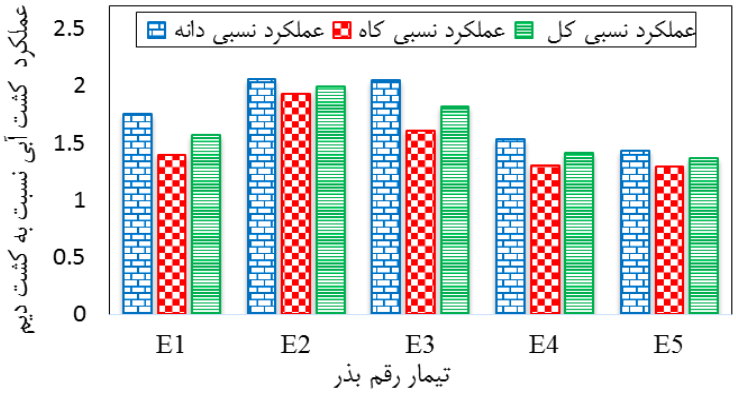
تیمار	عملکرد دانه($t.ha^{-1}$)	عملکرد کاه ($t.ha^{-1}$)	وزن هزاردانه (g)	وزن خوشه(g)	وزن دانه خوشه(g)	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در کرت	طول خوشه(cm)	طول ریشک (cm)	ارتفاع بوته (cm)
DE1	$3/86^{gh*}$	$3/99^{fg}$	$43/2^{c}$	$3/23^{ef}$	$2/36^{e}$	55^{g}	309^{ef}	$10/3^{ef}$	0^{g}	88^{efg}
DE2	$4/37^{f}$	$4/36^{ef}$	$43/6^{c}$	$3/67^{de}$	$2/62^{de}$	66^{e}	337^{e}	$10/8^{de}$	$8/3^{de}$	$91/6^{e}$
DE3	$4/01^{fg}$	$4/14^{ef}$	$43/4^{c}$	$3/44^{e}$	$2/47^{de}$	59^{f}	326^{e}	$10/4^{ef}$	$8/1^{e}$	90^{ef}
DE4	$3/65^{gh}$	$3/73^{gh}$	$37/7^{d}$	$2/85^{fg}$	$1/97^{f}$	52^{g}	288^{fg}	10^{f}	$7/6^{f}$	$85/6^{fg}$
DE5	$3/49^{gh}$	$3/5^{h}$	35^{e}	$2/77^{g}$	$1/88^{f}$	47^{h}	268^{g}	$9/3^{g}$	$7/3^{f}$	83^{g}
IE1	$6/78^{c}$	$5/59^{c}$	$47/6^{b}$	$4/95^{b}$	$3/61^{b}$	75^{c}	394^{c}	$11/7^{bc}$	0^{g}	107^{c}
IE2	$9/02^{a}$	$8/44^{a}$	$54/1^{a}$	$5/8^{a}$	$4/44^{a}$	85^{a}	493^{a}	$12/4^{a}$	$9/6^{a}$	121^{a}
IE3	$8/23^{b}$	$6/67^{b}$	53^{a}	$5/52^{a}$	$3/64^{b}$	80^{b}	457^{b}	12^{ab}	$9/1^{b}$	113^{b}
IE4	$5/59^{d}$	$4/86^{d}$	$46/7^{b}$	$4/3^{c}$	$2/99^{c}$	71^{d}	371^{cd}	$11/3^{cd}$	$8/8^{bc}$	100^{d}
IE5	$5/02^{e}$	$4/53^{de}$	46^{b}	$3/91^{cd}$	$2/8^{cd}$	68^{de}	343^{de}	11^{d}	$8/6^{cd}$	97^{d}

***: حروف مشترک نشان‌دهنده هم‌پوشانی مقادیر صفت در بین تیمارهاست.**

عملکرد نسبی

میزان عملکرد نسبی به‌این صورت برآورد شد که عملکرد کل زیست‌توده (بیولوژیک) و اجزاءِ آن (کاه و دانه) در حالت کشت آبی، بر مقدار همان پارامتر در کشت دیم تقسیم شد و در شکل (2) ارائه شد. از این‌رو عملکرد نسبی کل و اجزاءِ آن برای ارقام سرخ تخم، بک‌کراس روشن، بم، آذر 2 و کویر به‌ترتیب برابر با 1/57، 2، 1/82، 1/41 و 1/36 (عملکرد نسبی کل)، 1/4، 1/93، 1/6، 1/3 و 1/29 (عملکرد نسبی کاه) و 1/75، 2/06، 2/05، 1/53 و 1/43 (عملکرد نسبی دانه) محاسبه شد. نتایج نشان داد که در اثر تأمین آب مورد نیاز گیاه، عملکرد دانه گندم نسبت به کاه با افزایش بیشتری همراه بود. یعنی با حذف اثرتنش خشکی (کمبود آب)، راندمان تولید دانه گندم (جزءِ مطلوب عملکرد)

بیشتر از راندمان تولید کاه شده است. نتیجه حاصل می‌تواند به‌این دلیل باشد که در اثر کمبود آب خاک در شرایط کشت دیم، احتمال عقیم ماندن خوشه‌های گندم و عدم دانه‌بستن آن‌ها وجود داشته است.در پژوهشی مشابه بر روی گندم در منطقه قزوین نیز گزارش شد که در شرایط تنش‌زای محیطی (مانند تنش شوری)، میزان تولید دانه گندم نسبت به کاه با شدت بیشتری کاهش می‌یابد. به‌طوری که در یک نوبت آبیاری گندم در مرحله خوشه‌بندی، افزایش شوری آب از 0/5 به 8/7 دسی زیمنس بر متر باعث کاهش 34 درصدی عملکرد دانه و کاهش 13 درصدی عملکرد کاه شد (8).



شکل 2– عملکرد نسبی اجزاءِ ارقام گندم در کشت آبی (نسبت به شرایط کشت دیم)

شاخص‌های تنش خشکی

در این پژوهش شاخص‌های تنش خشکی شامل MP، GMP، TOL، SSI و STI به‌طور جداگانه برای اجزاءِ دانه و کاه ارقام گندم نان محاسبه شد و در جدول (5) ارائه شد. مقادیر شاخص‌های مذکور بیان‌گر میزان حساسیّت ارقام مختلف گیاه نسبت به تنش خشکی (به‌خصوص اثر گرمای آخر فصل رشد) در کشت دیم است. بیشتر بودن شاخص‌های MP، GMP و STI وکم‌تر بودن شاخص‌های TOL و SSI، نشان‌دهنده مناسب بودن رقم مورد نظر برای کشت در منطقه است. از این‌رو ارقام مختلف در جدول (5) رتبه‌بندی شدند. نتایج شاخص‌های MP، GMP و STIدر مورد اجزاءِ دانه و کاه نشان دادند که به‌ترتیب ارقام بک‌کراس روشن، بم، سرخ تخم، آذر 2 و کویر دارای بهره‌وری عملکرد بهینه در دو صورت کشت دیم و آبی بوده‌اند. اما از نظر شاخص‌های TOL و SSI، به‌ترتیب ارقام مذکور، میزان حساسیّت به تنش بالا و قدرت تحمل تنش کم‌تر نشان داده شد. علت بالا بودن حساسیّت تنش در ارقام پُربازده، زیاد بودن فاصله بین عملکرد محصول در دو حالت کشت دیم و آبی می‌باشد. به‌طوری که در ارقام کم‌بازده به‌دلیل کم‌تر بودن اثر آبیاری بر افزایش عملکرد محصول، فاصله بین کشت دیم و آبی کم بوده و از این‌رو شاخص تحمل (TOL) و حساسیّت تنش (SSI) در ارقام کم‌بازده مناسب‌تر بوده است. از سوی دیگر مقایسه شاخص‌ها بین اجزاءِ دانه و کاه ارقام گندم نشان داد که در شرایط تنش خشکی و کشت دیم، حساسیّت کاهش تولید دانه بیشتر از کاه است. با استناد به مباحث فوق، نتیجه کلی این‌است که اولویت انتخاب رقم بهینه کشت به‌ترتیب ارقام بک‌کراس روشن، بم، سرخ تخم، آذر 2 و کویر خواهد بود. زیرا بهره‌وری عملکرد اجزاءِ دانه و کاه گندم در دو حالت کشت

دیم و آبی، به‌ترتیب انتخاب ارقام مذکور دارای شرایط بهینه می‌باشد. به‌طور مشابه در پژوهشی در منطقه قائم‌شهر مازندران، اثر تنش خشکی بر هفت رقم گندم دوروم شامل یاواروس، دنا، کرخه، آریا، بهرنگ، ساجی و زردک بررسی شد. نتایج نشان داد که رقم بهرنگ با مقادیر شاخص‌های TOL، GMP، MP، STI و SSI به‌ترتیب برابر با 900 کیلوگرم در هکتار، 4839 کیلوگرم در هکتار، 4860 کیلوگرم در هکتار، 1/31 و 0/03، مناسب‌ترین رقم گندم دوروم برای کشت در منطقه مازندران بود (11). در پژوهشی دیگر در منطقه باجگاه شیراز، شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی (در مرحله گل‌دهی) در 20 رقم گندم نان ارزیابی شد. نتایج نشان داد که در منطقه تحت کشت، رقم‌های دانش، سیروان، جونز، بهاران و سیمونیدا به‌ترتیب با مقادیر شاخص 744، 580، 562، 633 و 518 گرم بر مترمربع (شاخص MP)، 698، 538، 524، 497 و 476 گرم بر مترمربع (شاخص GMP)، 516، 437، 409، 384 و 407 گرم بر مترمربع (شاخص TOL)، 0/87، 0/93، 0/9، 0/9 و 0/96 (شاخص SSI)، 0/95، 0/57، 0/54، 0/48 و 0/44 (شاخص STI)، دارای پتانسیل تولید بیشتری در هر دو شرایط تنش خشکی آخر فصل و آبیاری معمولی بودند (5). در پژوهشی در منطقه صربستان جنوبی، اثر خشک‌سالی بر عملکرد دانه تعداد هفت رقم گندم بررسی شد. نتایج نشان داد که رقم Pobeda با کم‌ترین مقادیر شاخص SSI و TOL به‌ترتیب برابر با 0/67 و 2/35 تن در هکتار، در میان سایر ارقام قدرت تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی (کمبود آب) داشت. هم‌چنین شاخص‌های MP، GMP و STI به‌ترتیب 5/12 تن در هکتار، 4/98 تن در هکتار و 0/65 برآورد شد (14).

جدول 5- شاخص های مقاومت به تنش خشکی و عملکرد دانه و کاه گندم در شرایط کشت دیم

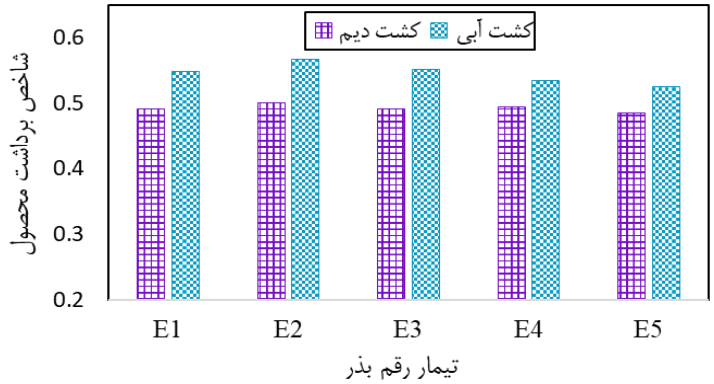
ارقام گندم	دانه					کاه				
	MP	GMP	TOL	SSI	STI	MP	GMP	TOL	SSI	STI
سرخ تخم (E_1)	5322 (3)*	5118 (3)	2922/9 (5)	0/98 (5)	0/54 (1)	4790 (1)	4723/7 (1)	1596/2 (5)	0/83 (3)	0/61 (1)
بک‌کراس روشن (E_2)	6702 (1)	6286 (1)	4649/6 (4)	1/17 (4)	0/82 (2)	6402 (2)	6068/6 (2)	4077/7 (4)	1/4 (5)	1/01 (2)
بم (E_3)	6122 (2)	5748/6 (2)	4213/8 (2)	1/16 (2)	0/68 (4)	5411 (4)	5262/4 (4)	2523/3 (2)	1/1 (4)	0/76 (2)
آذر 2 (E_4)	4621 (4)	4518/3 (4)	1945/4 (1)	0/79 (1)	0/42 (5)	4299 (5)	4261/9 (5)	1133/8 (1)	0/67 (1)	0/5 (4) (5)
کویر (E_5)	4258 (5)	4189/8 (5)	1526/7 (1)	0/69 (1)	0/36 (5)	4013 (5)	3980/5 (5)	1023/2 (1)	0/65 (1)	0/43 (5)

*: اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده اولویت انتخاب رقم گندم بر اساس شاخص مدنظر است.

شاخص برداشت

میزان شاخص برداشت دانه برای ارقام مختلف گندم و دو تیمار تحت کشت دیم و آبی، در شکل (3) نشان داده شد. از این‌رو مقدار شاخص برداشت در ارقام سرخ تخم، بک‌کراس روشن، بم، آذر 2 و کویر به‌ترتیب برابر با 0/49، 0/5، 0/49، 0/49 و 0/48 (در کشت دیم) و 0/54، 0/56، 0/55،

0/53 و 0/52 (در کشت آبی) محاسبه شد. نتایج نشان داد که آبیاری کامل گندم باعث افزایش شاخص برداشت دانه‌ها شد. به‌طور میانگین (در بین همه ارقام)، شاخص برداشت از کشت دیم به کشت آبی به‌مقدار 10/7 درصد افزایش یافت. مقدار ضریب تغییرات شاخص برداشت در بین ارقام نیز در کشت دیم و آبی به‌مقدار 1/1 درصد (کشت دیم) و 3 درصد (کشت آبی) برآورد شد. به‌طور مشابه پژوهشی بر روی تعداد 20 رقم گندم در منطقه باجگاه شیراز انجام شد. نتایج نشان داد که بین شرایط آبیاری نرمال تا قطع آبیاری پس از گل‌دهی، مقدار شاخص برداشت 23/2 درصد کاهش یافت(5). از این‌رو نتایج مذکور به نتایج پژوهش حاضر نزدیک بود. در تحقیق دیگر در منطقه کاشمر اثر چهار تیمار آبیاری شامل (I_1) 100 درصد، (I_2) 80 درصد، (I_3) 60 درصد و (I_4) 40 درصد نیاز آبی گیاه، بر روی گندم رقم پیشگام انجام شد. میزان شاخص برداشت در تیمارهای مذکور به‌ترتیب برابر با 0/33، 0/27، 0/25 و 0/22 محاسبه شد. بالا بودن میزان شاخص برداشت در تیمار I_1 به این معنی بود که سهم دانه‌ها از کل زیست‌توده خشک تولید شده توسط گیاه افزایش یافته است. زیرا در اثر تأمین آب مورد نیاز گیاه، مقدار زیادی از مواد فتوسنتزی به‌جای ذخیره در ساقه‌ها و غلاف برگ‌ها، به دانه‌ها انتقال یافت که این کار باعث افزایش شاخص برداشت شد (10).

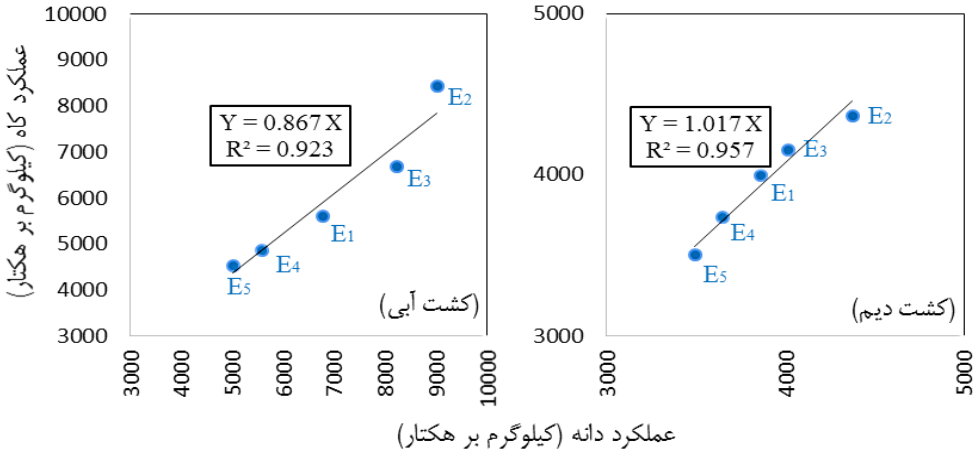


شکل 3– شاخص برداشت محصول ارقام گندم در شرایط کشت آبی و دیم

رابطه بین دانه و کاه

در شکل (4) بین عملکرد دانه و کاه گندم (در ارقام مختلف) روابط خطی برازش داده شد. در پژوهشی گزارش شد که این قبیل روابط می‌تواند معیاری برای تخمین مقدار هر یک از اجزاءِ عملکرد (دانه و کاه) بر اساس مقدار دیگری باشد. به‌این صورت که با استفاده از روابط مذکور و درصورت فقدان عملکرد یکی از اجزاءِ دانه یا کاه، می‌توان مقدار پارامتر مورد نیاز را تخمین زد. به‌عنوان مثال اگر در پژوهشی نیاز به مقدار عملکرد کاه باشد، اما فقط عملکرد دانه دردسترس باشد، با استفاده از روابط مذکور می‌توان عملکرد کاه را برآورد نمود (7). از این‌رو در پژوهش حاضر بین عملکرد دانه (X) و کاه (Y)، در کشت آبی رابطه $Y=0.867X$ با ضریب همبستگی (R^2) برابر با 0/923 و در کشت دیم رابطه $Y=1.017X$ با ضریب همبستگی (R^2) برابر با 0/957برازش داده شد. نتایج نشان داد که در شرایط کشت آبی به‌ازای هر یک کیلوگرم بر هکتار تولید دانه گندم، مقدار 0/867 کیلوگرم بر هکتار کاه تولید شده است. در صورتی‌که در شرایط کشت دیم به‌ازای هر یک کیلوگرم بر هکتار تولید دانه

گندم، مقدار 1/017 کیلوگرم بر هکتار کاه تولید شده است. این نشان می‌دهد که تولید کاه در برابر دانه گندم، در شرایط کشت دیم شیب بیشتری نسبت به شرایط کشت آبی داشته است. علت آن می‌تواند مربوط به اثر کم‌آبی (حاصل از کشت دیم) بر کاهش تلقیح گیاه و پرُشدن خوشه‌ها و دانه‌های گندم بوده باشد. در پژوهشی مشابه نیز گزارش شد که عملکرد محصول فرعی در واحد سطح (کاه) از طریق ضریبی که میزان محصول فرعی را نسبت به محصول اصلی (دانه) نشان می‌دهد، قابل محاسبه است. به‌طوری که متوسط ضریب مذکور برای گیاه گندم، عدد یک در نظر گرفته شد. یعنی به‌ازای هر یک کیلوگرم دانه گندم تولید شده، به‌طور متوسط یک کیلوگرم کاه قابل استحصال بوده است (19). از این‌رو نتایج پژوهش مذکور به نتایج پژوهش حاضر نزدیک بود.



شکل 4– رابطه بین عملکرد دانه و کاه در ارقام مختلف گندم

نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، عملکرد و اجزاءِ عملکرد پنج رقم گندم نان شامل سرخ تخم، بک‌کراس روشن، بم، آذر 2 و کویر، در دو شرایط کشت دیم و آبی بررسی شد. نتایج نشان داد که اثر نوع کشت و رقم بذر بر همه اجزاءِ عملکرد گندم، در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به‌این صورت که اثر رقم گیاه بیشتر بر روی تعداد پنجه‌زنی گیاه و تولید خوشه در کرت مشاهده شد و انجام آبیاری نرمال گیاه (کشت آبی) نیز بر توسعه اندام‌های گیاهی و پُرشدن دانه‌ها مؤثر بود. از این‌رو بیش‌ترین تا کم‌ترین مقادیر عملکرد دانه و کاه و سایر اجزاء گیاه به‌ترتیب مربوط به ارقام بک‌کراس روشن، بم، سرخ تخم، آذر 2 و کویر بود. میزان افزایش عملکرد در کشت آبی نسبت به کشت دیم، در ارقام مذکور به‌ترتیب برابر با 106٪، 105%، 75%، 53% و 43٪ (عملکرد دانه) و 93%، 61%، 40%، 30% و 29٪ (عملکرد کاه) محاسبه شد. نتایج مذکور نشان داد که در کشت آبی، عملکرد (وزن) دانه نسبت به عملکرد کاه با شدت بیشتری افزایش یافت. به‌این معنی که با حذف اثر تنش خشکی (کمبود آب)، راندمان تولید دانه گندم (جزءِ مطلوب عملکرد) بیشتر از راندمان تولید کاه شد. زیرا در اثر کمبود آب مورد نیاز گیاه گندم در شرایط کشت دیم، احتمال عقیم ماندن خوشه‌های گندم، عدم دانه‌بستن آن‌ها و یا عدم پُرشدن دانه‌ها وجود داشته است. شاخص‌های MP، GMP و STI نشان دادند که به‌ترتیب ارقام بک‌کراس روشن، بم، سرخ تخم، آذر 2 و کویر، ارقام بهینه در دو صورت کشت دیم و آبی بوده‌اند. از سوی دیگر شاخص‌های TOL و SSI بیان‌گر

میزان حساسیّت بالا به تنش در ترتیب ارقام مذکور بود. مقدار شاخص برداشت دانه‌ها در بین ارقام نیز متفاوت بود و آبیاری کامل گندم باعث افزایش شاخص برداشت دانه‌ها به‌میزان 10/7 درصد نسبت به کشت دیم شد. روابط خطی برازش داده شده بین عملکرد دانه و کاه گندم (در ارقام مختلف) نشان دادند که با اتکاء به یک ضریب همبستگی بالا، می‌توان مقدار عملکرد کاه را از روی عملکرد دانه برآورد نمود. هم‌چنین شیب روابط خطی بیان‌گر افزایش سهم تولید دانه نسبت به کاه، در شرایط کشت آبی بود.

منابع

1) احمدی، ک.، عبادزاده، ح. ر.، حاتمی، ف.، محمدنیا افروزی، ش.، اسفندیاری پور، ا.، و عباس طالقانی، ر. 1400. آمارنامه کشاورزی سال زراعی 99-1398. جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. 1-97.

2) امیدی، م.، سیاهپوش، م. ر.، مامقانی، ر.، و مدرسی، م. 1394. ارزیابی تحمل گرما در ارقام گندم با استفاده از صفات فیزیولوژیکی و شاخص‌های تحمل به تنش در شرایط آب و هوایی اهواز. مجله تولیدات گیاهی، 38(1): 113-103.

3) بایگی، ز.، سیف‌زاده، س.، شیرانی‌راد، ا. ح.، ولدآبادی، س. ع.، و جعفرنژاد، ا. 1396. بررسی عملکرد دانه و اجزای عملکرد برخی ارقام گندم بهاره در تاریخ‌های مختلف کاشت در نیشابور. مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، 11(4): 905-920.

4) چگنی، ه. 1393. بررسی اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم. نشریه زراعت. 104: 10-16.

5) حلیم، ق.، امام، ی.، و شاکری، ا. 1396. ارزیابی عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های تحمل به تنش در ارقام گندم نان در شرایط قطع آبیاری پس از گل‌دهی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، 7(4): 134-121.

6) سعیدی، ر.، رمضانی اعتدالی، ه.، صمدی، ا.، و توکلی، ع. 1396. تخصیص بهینه آب برای آبیاری تکمیلی مزارع گندم و جو دیم در زیرحوضه‌های منطقه کامیاران. مجله آب و خاک. 30(3): 701-714.

7) سعیدی، ر. 1400. واکنش گیاه جو دیم به مقدار شوری آب در آبیاری تکمیلی بهاره. مجله آبیاری و زهکشی ایران، 6(15): 1432-1443.

8) سعیدی، ر.، ستوده‌نیا، ع.، و بابائی، غ. ر. 1400. اثر تک‌آبیاری با سطوح مختلف شوری بر عملکرد گندم دیم در قزوین. مجله مدیریت آب در کشاورزی، 8(2): 89-100.

9) فعله‌کری، ح.، اقبال‌قبادی، م.، محمدی، غ.، جلالی‌هنرمند، س.، قبادی، م.، و سعیدی، م. 1393. اثر آبیاری تکمیلی و کود نیتروژن بر شاخص‌های رشدی دو رقم گندم دیم در شرایط کرمانشاه. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی، 6(22): 101-113.

10) مکاری، م.، عابدین‌پور، م.، و دهقان، ه. 1399. تأثیر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در گندم پائیزه در منطقه کاشمر. مجله پژوهش آب در کشاورزی، 34 (2): 167-187.

11) نیکخواه کوچسرایی، ح.، و مارتیروسیان، ه. 1396. بررسی ارقام گندم دوروم بر اساس شاخص‌های ارزیابی کننده تنش گرما در مازندران. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی، 9(33): 19-33.

12) وزارت جهاد کشاورزی، 1392. دستورالعمل فنی گندم آبی و دیم. معاونت امور تولیدات گیاهی، دفتر غلات، حبوبات و گیاهان علوفه‌ای. ویرایش اول: 1-212.

13) یوسفی، م.، عموجانی، ر.، حریری مقدم، ف.، و سعیدی، ع. 1396. بررسی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در شهرستان البرز. پژوهشنامه کشاورزی، 9(2): 28-39.

14) Aksic, M., Sekularac, G., Pejic, B., Ratknic, T., Gudzic, N., Gudzic, S., Grcak, M., and Grcak, D. 2020. The effects of drought on the grain yield of some wheat genotypes (triticum aestivum L.) under the agroecological conditions of south Serbia. Journal of applied ecology and environmental research, 18(5): 7417- 7430.

15) Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., and Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation Drainage Paper No.56, 1-326.

16) Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing stress tolerance. Tainan, Taiwan. Pp: 257-270

17) Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in springwheat cultivars. I: grain yield response. Australin journal of agricultural research. 29: 897-912.

18) Kahraman, A., Khan, M. K., Pandey, A., and Dogan, E. 2016. Effect of supplemental irrigation on lentil yield and growth in semi-arid environment. Journal of Notulae Botanicae Horti Agrobotanici. 44(1): 237-244.

19) Ramezani Etedali, H., Ahmadaali, K., Liaghat, A., Parsinejad, M., Tavakkoli, A. R., and Ababaei, B. 2015. Optimum Water Allocation between Irrigated and Rainfed Lands in different Climatic Conditions. Journal ofbiological forum, 7(1): 1556- 1567.

20) Rossielle, A., and Hamblin, A. J. 1981. Theorical aspects of election for stress and non-stressenvironment. Journal of cropscience, 21: 1441- 1446.

21) Saeidi, R., Ramezani Etedali, H., Sotoodenia, A., Kaviani, A., and Nazari, B. 2021. Salinity and fertility stresses modifies K_s and readily available water coefficients in maize (Case study: Qazvin region). Journal of irrigation science. 39: 299- 313.

Investigation of Drought Stress Indices and Relationships between Yield Components of Bread Wheat Cultivars (in Qazvin Region)

R. Saeidi [11]*

Abstract

In this research, the bread wheat cultivars were investigated for determining the optimal cultivation cultivar. The main treatments were included the rainfed and irrigated cultivation, and the sub-treatments were included the cultivars of Sorkh tokhm (E_1), Backcross Roshan (E_2), Bam (E_3), Azar2 (E_4) and Kavir (E_5). The experiment was performed in a randomized complete block design with three replications. The yield components (average in the rainfed and irrigated cultivations) were measured for Sorkh tokhm, Backcross Roshan, Bam, Azar2 and Kavir cultivars by 5322, 6702, 6122, 4621 and 4259 kg. ha^{-1} (grain yield) and 4790, 6402, 5411, 4299 and 4013 kg. ha^{-1} (straw yield) respectively. From the rainfed to irrigated cultivation, the yield was increased by 57%, 100%, 82%, 41% and 36% (in total yield), 40%, 93%, 60%, 30% and 29%, (in straw yield) and 75%, 106%, 105%, 53% and 43% (in grain yield), respectively. The relationship between grain yield (X) and straw yield (Y) was fitted as Y=0.867X in the irrigated cultivation and Y=1.017X in the rainfed cultivation. For evaluation the cultivars susceptibility to drought stress, were used the indices of MP, GMP, TOL, SSI and STI for grain and straw yields components. As a result, for selecting the optimal cultivar (in Qazvin region), the priority was given to cultivars of Backcross Roshan, Bam, Sorkh tokhm, Azar2 and Kavir, respectively. If water is supplied for irrigation, the yields of grain and straw will increase to double in the cultivation of Backcross Roshan cultivar.

Keywords: Harvest index, Rainfed cultivation, Stress sensitivity index, Water stress

11-Ph.D. of irrigation and drainage Engineering, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.
(*-Corresponding Author Email: saeidi@org.ikiu.ac.ir)