

## ارزیابی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان از نظر شاخص‌های تحمل به تنش کم آبی

ویدا احمدی<sup>1</sup> و سعید اهری‌زاد<sup>2\*</sup>

تاریخ دریافت: 90/12/27 تاریخ پذیرش: 92/5/23

1- کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز

2- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

\*مسئول مکاتبه: [s.aharizad@yahoo.com](mailto:s.aharizad@yahoo.com)

### چکیده

به منظور ارزیابی، شناسایی و گروه‌بندی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به تحمل تنش کم آبی، آزمایشی در سال زراعی 1388 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا گردید. طرح آزمایشی مورد استفاده کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری 80 (شاهد)، 120 و 160 میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و عامل فرعی شامل هشت لاین اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین (روشن و Super Head#2) بود. شاخص‌های تحمل به خشکی در هر دو سطح تنش محاسبه شد. با توجه به اینکه شاخص‌های STI، MP و GMP با عملکرد دانه در هر دو محیط (بدون تنش و دارای تنش) همبستگی بالایی داشتند، به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت انتخاب لاین‌های متحمل به تنش کم آبی پیشنهاد شد. از نظر این شاخص‌ها، در هر دو سطح تنش رقم روشن و لاین‌های 10، 31 و 34 به عنوان متحمل‌ترین لاین‌ها شناخته شدند. بر اساس شاخص‌های TOL، SSI، STI، MP و GMP گروه‌بندی لاین‌های مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward در متوسط شرایط تنش انجام گرفت و دو گروه تشکیل شد. لاین‌های 10، 31، 34 و 36 و رقم روشن در گروه اول قرار گرفته و از نظر تنش اعمال شده برتر از گروه دوم بودند.

واژه‌های کلیدی: شاخص تحمل به تنش کم آبی، گندم نان، لاین اینبرد نوترکیب

## Evaluation of Bread Wheat Recombinant Inbred Lines for Water Deficit Stress Tolerance Indices

V Ahmadi<sup>1</sup> and S Aharizad<sup>2\*</sup>

Received: March 17, 2012 Accepted: August 16, 2013

<sup>1</sup>MSc Plant Breeding, Islamic Azad University of Tabriz, Iran

<sup>2</sup> Assoc Prof, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

\*Corresponding Author: E-mail: [s.aharizad@yahoo.com](mailto:s.aharizad@yahoo.com)

### Abstract

In order to evaluate and grouping bread wheat recombinant inbred lines for water deficit tolerance an experiment was conducted using split plot based on complete randomized block design with three replications at Tabriz Islamic Azad University Agriculture Research Station. Main factor consisted of different levels of irrigation (80, 120 & 160 mm water evaporation from Class A evaporation pan) and sub factor included 8 lines and two parents (Roshan & Super Head#2). Drought tolerance indices were calculated in both water deficit conditions. The result indicate that STI, MP and GMP indices had high correlation with yield under drought and non-drought stress condition, therefore this results may advise these indices to be the best predicates for selection tolerable lines. Based on these indices, lines number 10, 31 and 34 and Roshan were identified as the most tolerable lines in both water deficit conditions. Cluster analysis based on TOL, SSI, STI, MP & GMP in average stress condition using Ward method grouped lines into two clusters. First group, which contained lines number 10, 31, 34, 36 and Roshan, was better than the second one under exacting stress condition.

**Key words:** Bread wheat, Recombinant inbred line, Water deficit tolerance indices

### مقدمه

(1383). خشکی شایع‌ترین عامل ایجاد تنش محیطی است که تولید محصول در 25 درصد از زمین‌های کشاورزی جهان را محدود می‌کند و به تنهایی عامل اصلی کاهش عملکرد محسوب می‌شود (1390). یکی از راه‌های به‌نژادی برای بهبود عملکرد، ایجاد ارقام نوترکیب مقاوم به کم آبی و استفاده از شاخص‌های مناسب برای گزینش لاین‌های برتر بخصوص از نظر عملکرد در شرایط تنش می‌باشد.

امروزه افزایش تولید گندم به خاطر مواجه شدن با تقاضاهای بیشتر در نتیجه رشد جمعیت در بسیاری از کشورها هنوز یک چالش است (همام 2008). این در حالی است که گیاهان به دلیل تنش‌های موجود تنها به 25% توان تولیدی خود می‌رسند و 75% توان تولیدی آنها مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. هرچه تحمل به این تنش‌ها بیشتر شود، امکان افزایش محصول فراهم‌تر خواهد بود تیشه‌زن و دیالمی شبانکاره

هندسی بهره‌وری ( $GMP^2$ ) که توسط فرناندز (1992) معرفی شده‌اند قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط می‌باشند بنابراین شاخص مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش محسوب می‌شوند.

بطور کلی از بین شاخص‌های ارائه شده برای تعیین تحمل تنش‌هایی که در هر دو شرایط تنش و عدم تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشند به عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند، زیرا این شاخص‌ها قادر به شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر محیط هستند و می‌توان از آنها برای تخمین پایداری عملکرد استفاده کرد (بانسال و سینها 1991). این مطالعه به منظور ارزیابی و گزینش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان متحمل به کم آبی و گروه‌بندی آنها براساس شاخص‌های تحمل به تنش انجام گرفته است.

#### مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی 1388 در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا گردید. در این مطالعه هشت لاین اینبرد نوترکیب گندم نان حاصل از تلاقی دو رقم روشن (مقاوم به خشکی) و Super Head#2 (با عملکرد بالا) همراه والدین مورد بررسی قرار گرفتند. طرح آزمایشی مورد استفاده در این مطالعه کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بود. عامل اصلی شامل سه سطح آبیاری، 80 (شاهد)، 120 (تنش ملایم) و 160 (تنش شدید) میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A و عامل فرعی لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین بود. هر کرت فرعی شامل سه خط کاشت به طول سه متر و با فاصله 20 سانتی‌متر بود. کود مورد نیاز بر اساس آزمایش خاکشناسی بطور یکنواخت در واحدهای آزمایشی پخش شد.

کلهون و همکاران (1994) بر این عقیده‌اند که با ارزیابی همزمان گندم در شرایط دارای تنش و بدون تنش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط گزینش می‌شوند. فرناندز (1992) گیاهان را براساس واکنش به شرایط بدون تنش و دارای تنش به چهار گروه تقسیم بندی کرد: ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش (گروه A)، با عملکرد بالا در شرایط بدون تنش (گروه B)، با عملکرد نسبی بالا در شرایط دارای تنش (گروه C)، و با عملکرد پایین در هر دو شرایط محیطی (گروه D). برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین تحمل و حساسیت آنها شاخص‌های متفاوتی ارائه شده است. فیشر و مورر (1978) جهت تعیین میزان حساسیت ژنوتیپ‌ها به خشکی، شاخص حساسیت به خشکی ( $SSI^1$ ) را پیشنهاد کردند بر اساس این شاخص هرچه مقدار عملکرد در شرایط تنش به عملکرد در شرایط مناسب نزدیکتر باشد حساسیت رقم به خشکی کمتر خواهد بود. ژنوتیپ‌هایی که  $SSI$  بالاتری دارند، لزوماً پتانسیل عملکرد آنها کم نیست، بلکه در حالت تنش درصد بیشتری از پتانسیل عملکرد خود را از دست می‌دهند (بروکنر و فوبری، 1987). شاخص میانگین بهره‌وری ( $MP^2$ ) و شاخص تحمل ( $TOL^3$ ) توسط روزیل و هامبلین (1981) ارائه شده است. گفتنی است که انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش، براساس مقادیر کم  $TOL$  و مقادیر بالای  $MP$  صورت می‌گیرد. گزینش براساس شاخص  $MP$  معمولاً موجب تمایز ژنوتیپ‌های دارای میانگین عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و نرمال از سایر ژنوتیپ‌ها خواهد شد (شفازاده و همکاران 1383، محمدی و همکاران 2006). شاخص تحمل تنش ( $STI^4$ ) و شاخص میانگین

<sup>1</sup>Stress Susceptibility Index

<sup>2</sup>Mean Productivity

<sup>3</sup>Tolerance

<sup>4</sup>Stress Tolerance Index

<sup>6</sup>Geometric Mean Productivity

حساس شناخته شدند. بر اساس شاخص STI، لاین‌های 10، 31 و 34 و رقم روشن لاین‌های متحمل بوده و لاین‌های 2، 4، 33 و 35 و رقم سوپرهد با STI کمتر، لاین‌های حساس بودند. براساس MP و GMP لاین 31 و رقم روشن متحمل‌ترین و رقم سوپرهد حساس‌ترین لاین‌ها بودند. برای سطح آبیاری 160 میلی‌متر تبخیر رقم روشن و لاین 31 بیشترین و رقم سوپرهد کمترین مقدار را برای شاخص‌های MP، GMP و STI دارا بودند. از نظر شاخص SSI رقم سوپرهد و لاین 4 حساس‌ترین و لاین‌های 10 و 33 متحمل‌ترین لاین‌ها بودند. برای شاخص TOL بیشترین مقدار را رقم روشن و لاین‌های 31 و 36 و کمترین مقدار را لاین‌های 2 و 33 از خود نشان دادند. فرناندز (1992) در مقایسه شاخص‌های تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های حساس اظهار داشت که گزینش براساس شاخص TOL سبب هدایت برنامه اصلاح نباتات بسوی انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین می‌شود ولی انتخاب براساس MP سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا می‌شود. زیرا شاخص بهره‌وری نشان دهنده میزان اختصاص مواد فتوسنتزی به اندام‌های زایشی است. ارقامی که از شاخص بهره‌وری بیشتری برخوردار باشند، سهم بیشتری از مواد پرورده را در اختیار دانه‌ها قرار می‌دهند (دانشیان و همکاران 1380). در حالی که شاخص STI گزینش را بطرف انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و متحمل به خشکی سوق می‌دهد و هر چه مقدار این شاخص زیاد باشد نشان دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ نسبت به تنش خشکی و در نتیجه عملکرد بالاست فرناندز (1992).

پراکنش لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه براساس عملکرد در شرایط تنش (Ys) و شرایط نرمال (Yp) به همراه شاخص STI در نمودارهای سه بعدی (شکل‌های 1 و 2) مشاهده می‌شود. در سطح آبیاری 120 میلی‌متر تبخیر طبق تقسیم بندی فرناندز (1992)

کاشت و مراقبت‌های زراعی از قبیل وجین علف‌های هزر به صورت دستی انجام گرفت و برای جلوگیری از خسارت پرندگان در شروع مرحله سنبله‌دهی کل مزرعه تور کشی شد. اعمال تنش همزمان با شروع مرحله گل‌دهی آغاز و با توجه به میزان تبخیر از سطح تشتک تا مرحله رسیدگی ادامه یافت.

در مرحله رسیدگی کامل برداشت انجام شده و با استفاده از عملکرد لاین‌ها در شرایط نرمال (Yp) و تنش (Ys) شاخص‌های تحمل به تنش برای هر دو سطح آبیاری 120 و 160 میلی‌متر تبخیر به شرح زیر محاسبه گردید:

$$SSI = [1 - (Ys/Yp)]/[1 - \bar{Y}s/\bar{Y}p]$$

$$MP = (Yp + Ys) / 2$$

$$TOL = Yp - Ys$$

$$STI = (Ys \times Yp) / (\bar{Y}p)^2$$

$$GMP = \sqrt{Yp \times Ys}$$

$\bar{Y}s$  میانگین عملکرد کل لاین‌ها در شرایط تنش

$\bar{Y}p$  میانگین عملکرد کل لاین‌ها در شرایط نرمال

نمودار سه بعدی برحسب عملکرد لاین‌ها در شرایط نرمال (Yp) و تنش (Ys) و شاخص تحمل به تنش (STI) با استفاده از نرم افزار STATGRAPH برای هر دو سطح آبیاری 120 و 160 میلی‌متر تبخیر رسم گردید. همبستگی شاخص‌ها با عملکرد در شرایط نرمال و شرایط تنش و گروه‌بندی لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌ها، با استفاده از نرم افزار SPSS انجام گرفت.

## نتایج و بحث

مقادیر مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان و والدین آنها در آبیاری 120 و 160 میلی‌متر تبخیر بطور مجزا برآورد گردید (جدول 1 و 2). در سطح آبیاری 120 میلی‌متر تبخیر، براساس دو شاخص SSI و TOL لاین 10 به عنوان لاین متحمل و شماره 36 لاینی

جدول 1- مقادیر مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان و والدین آنها در آبیاری 120

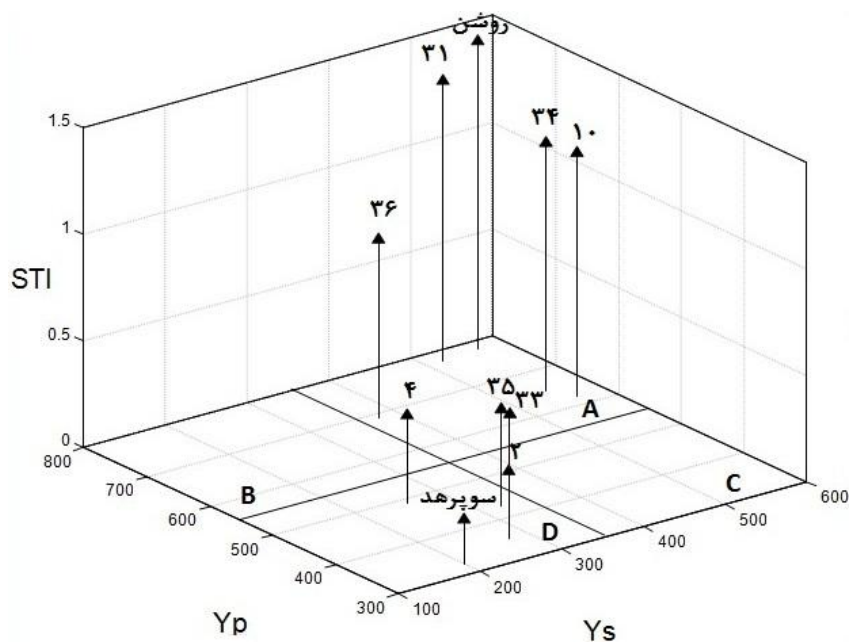
میلی‌متر تبخیر

TOL	SSI	STI	GMP	MP	Y <sub>s</sub>	Y <sub>p</sub>	لاین
76/38	0/763	0/32	312/33	314/66	276/46	352/85	2
233/04	1/674	0/414	355/32	373/94	257/42	490/45	4
54/92	0/313	1/145	590/66	591/29	563/84	618/75	10
255/4	1/164	1/315	633/02	645/77	518/07	773/47	31
89/43	0/756	0/447	369/28	371/98	327/26	416/69	33
100/75	0/547	1/166	596/11	598/24	547/86	648/62	34
104/12	0/857	0/455	372/42	376/04	323/98	428/1	35
313/99	1/61	0/842	506/61	530/38	373/39	687/37	36
124/11	1/347	0/214	255/26	262/69	200/64	324/75	سوپرد
214/5	1/969	1/447	664/1	672/71	565/46	779/96	روشن

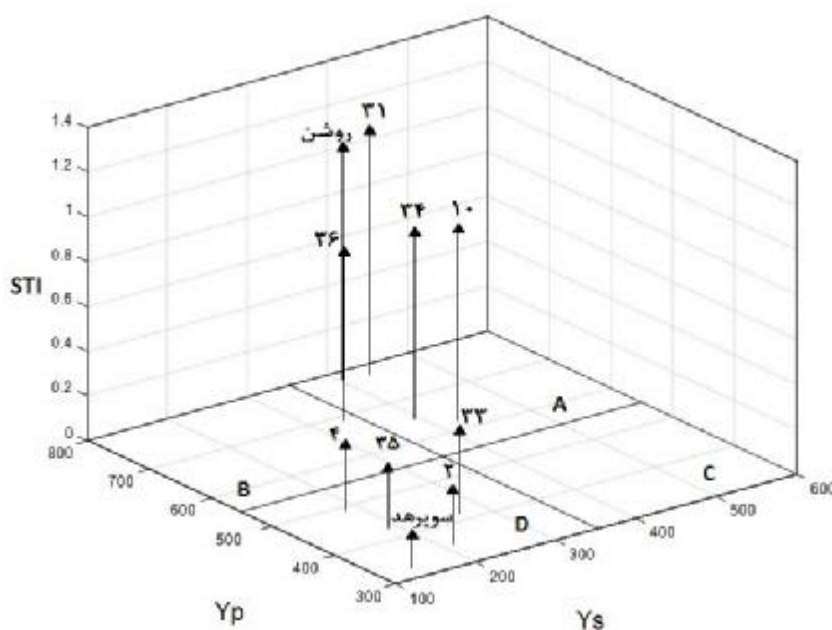
جدول 2- مقادیر مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی در لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان و والدین آنها در آبیاری 160 میلی‌متر

تبخیر

TOL	SSI	STI	GMP	MP	Y <sub>s</sub>	Y <sub>p</sub>	لاین
140/8	0/868	0/245	273/53	282/45	212/04	352/85	2
306/37	1/359	0/296	300/48	337/27	184/09	490/45	4
194/4	0/684	0/861	512/42	521/56	424/36	618/75	10
342/14	0/962	1/095	577/6	602/4	431/33	773/47	31
145/71	0/761	0/37	336/03	343/84	270/98	416/69	33
256/72	0/861	0/834	504/17	520/26	391/9	648/62	34
237/68	1/208	0/267	285/51	309/26	190/41	428/1	35
353/05	1/118	0/754	479/38	510/85	334/32	687/37	36
184/62	1/237	0/149	213/32	232/44	140/13	324/75	سوپرد
375/97	1/049	1/034	561/33	591/97	403/99	779/96	روشن



شکل 1- نمودار سه بعدی پراکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین در آبیاری 120 میلی‌متر تبخیر بر اساس شاخص STI



شکل 2- نمودار سه بعدی پراکنش لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین در آبیاری 160 میلی‌متر تبخیر بر اساس شاخص STI

تحمل خشکی قرار می‌گیرد. بنابراین اگر غربال برای تحمل خشکی براساس تنها عملکرد دانه باشد، ممکن است ژنوتیپ‌هایی انتخاب شوند که پتانسیل عملکرد بالا یا فنولوژی مناسب داشته اما فاقد تحمل خشکی باشند (اوک و همکاران 2006). لذا ارقامی که در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری محدود عملکرد یکسانی داشته باشند و یا لااقل تفاوت عملکرد در آنها کم باشد، نسبت به کم آبی تحمل نسبی دارند (فرشادفر و همکاران 1380).

در بررسی همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی در آبیاری 120 میلی‌متر تبخیر شاخص‌های TOL و SSI همبستگی بالایی داشتند ولی در آبیاری 160 میلی‌متر تبخیر این همبستگی غیر معنی‌دار شد (جدول 3 و 4). همبستگی شاخص TOL با شاخص‌های STI، MP و GMP و عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال (Yp)، در تنش ملایم غیر معنی‌دار بود. درحالی‌که در تنش شدید این همبستگی معنی‌دار شد. این موضوع نشانگر متفاوت بودن نقش‌گزینش لاین‌ها براساس شاخص‌های مورد بحث در شرایط مختلف تنش کم آبی می‌باشد. (آقایی و همکاران 1388)، (گل‌آبادی و همکاران 2006)، و لیلو و پاک نیت (1381) و یوسفی آذر و رضایی (1386) در مطالعات خود همبستگی شاخص‌های STI، MP و GMP را باهم مثبت و معنی‌دار گزارش کردند، که نتایج بدست آمده از این تحقیق با نتایج آنها مطابقت دارد.

بنابراین در شرایط پژوهش حاضر با توجه به اینکه شاخص‌های STI، MP و GMP با عملکرد دانه در هر دو محیط (بدون تنش و دارای تنش) همبستگی بالایی داشتند، می‌توان این سه شاخص را به عنوان بهترین شاخص جهت انتخاب لاین‌های متحمل به کم آبی در بین لاین‌های مورد مطالعه پیشنهاد نمود. شفازاده و همکاران (1383) در تحقیقی که به منظور بررسی تحمل به تنش خشکی آخرفصل در 20 ژنوتیپ امیدبخش گندم در دو تیمار آبیاری نرمال و تنش خشکی انتهایی انجام دادند، با بررسی و مقایسه شاخص‌های مختلف مقاومت و حساسیت به خشکی

لاین‌های 10، 31، 34، 36 و رقم روشن در گروه A قرار گرفتند، که در هر دو محیط دارای تنش و بدون تنش عملکرد بالایی داشته و از میزان STI بالایی نیز برخوردار بودند. در گروه D، لاین‌های 2، 4، 33، 35 و رقم سوپرهد با تحمل به تنش پایینی قرار داشتند. قابل ذکر است که گروه B و C هیچ لاینی را شامل نشد. در نمودار سه بعدی مربوط به 160 میلی‌متر تبخیر لاین‌های 10، 31، 34 و رقم روشن در گروه A قرار گرفتند که شاخص تحمل تنش بالایی داشتند. در گروه B لاین 36 قرار گرفت. هیچ کدام از لاین‌ها در گروه C قرار نگرفت. گروه D شامل لاین‌های 2، 4، 33، 35 و رقم سوپرهد بود. (نورمند موید و همکاران 1380) در بررسی گندم در شرایط تنش کم آبی و بدون تنش، از طریق نمودارهای سه بعدی عملکرد ارقام در هر دو محیط، ارقامی که STI و GMP بالا و در نتیجه دارای عملکرد بالا در هر دو محیط بودند، را شناسایی کردند.

در مجموع رقم روشن و لاین 31 متحمل‌ترین و رقم سوپرهد حساس‌ترین لاین از نظر شاخص‌های STI، MP و GMP در هر دو سطح آبیاری 120 و 160 میلی‌متر تبخیر در بین لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه بود. ولی از نظر شاخص‌های TOL و SSI، در تنش شدید لاین‌های 2، 10 و 33 از متحمل‌ترین لاین‌های 4 و 36 و ارقام روشن و سوپرهد از حساس‌ترین لاین‌ها بودند. رقم روشن و لاین‌های 10 و 31 در شرایط نرمال و هر دو سطح تنش از نظر عملکرد از بهترین و رقم سوپرهد از ضعیف‌ترین لاین‌ها و ارقام بودند. خزاعی و کافی (1381) اظهار کرده‌اند که ارقام حساس به خشکی عمدتاً از مکانیسم اجتناب از خشکی بهره‌مند هستند، به طوری که در شرایط تنش با بستن روزنه‌ها و حفظ آب از محتوای آب نسبی بالاتری برخوردار هستند و این در حالی است که ارقام نیمه مقاوم و مقاوم عمدتاً متکی بر مکانیسم تحمل به خشکی می‌باشند خزاعی (1381). می‌توان گفت عملکرد در محیط‌های خشک تحت تاثیر سه جزء پتانسیل عملکرد، مناسب بودن فنولوژی و

می‌باشد. گروه اول از نظر شاخص‌های MP، TOL، GMP و STI نسبت به میانگین کل ارزش بیشتری داشت و گروه دوم از نظر شاخص SSI نسبت به میانگین کل بالاتر بود. با توجه به اینکه کم بودن TOL و SSI مطلوب می‌باشد بنابراین نتایج حاصل از شاخص TOL با بقیه شاخص‌ها همخوان نبود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که لاین‌های گروه اول از نظر اکثر شاخص‌ها برتر بوده و تحمل بیشتری نسبت به خشکی داشتند. با توجه به آنچه در جداول 1 و 2 مشاهده می‌شود لاین‌های 10، 31، 34 و 36 و رقم روشن نسبت به لاین‌های گروه دوم، در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارای عملکرد بالایی بودند. بنابراین گروه‌بندی انجام گرفته با تجزیه خوشه‌ای در متوسط شرایط تنش در راستای تایید نتایج قبلی می‌باشد. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت شاخص‌های MP، GMP و STI به عنوان بهترین شاخص‌ها شناخته شدند و رقم روشن و لاین 10 هم از نظر این شاخص‌ها و هم با توجه به افت عملکرد پایین در شرایط تنش، متحمل ترین و رقم سوپرهد حساس ترین لاین بود. علاوه بر این‌ها، لاین‌های 31 و 34 نیز با داشتن عملکرد بالا در هر دو شرایط در برنامه‌های اصلاحی قابل بهره برداری می‌باشند.

اظهار نمودند که شاخص‌های STI، GMP و MP در هر دو شرایط دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه می‌باشند و می‌توانند جهت شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به کم آبی و پر محصول برای هر دو شرایط محیطی به کار روند. گل‌آبادی و همکاران (2006)، (رضائی و همکاران 1388)، (گراوندی و همکاران 1389) و (کریم زاده و همکاران 1391) نیز سه شاخص STI، MP و GMP را به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت انتخاب لاین‌های متحمل به کم آبی در گندم گزارش نمودند.

با توجه به اینکه نتایج حاصل از گروه‌بندی لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه با استفاده از تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌ها در هر دو شرایط آبیاری (120 و 160 میلی‌متر تبخیر) مشابه بود، بنابراین گروه‌بندی در متوسط شرایط تنش انجام گرفت. تجزیه خوشه‌ای به روش Ward لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه را به دو خوشه تقسیم کرد (شکل 3). گروه‌بندی انجام شده توسط تجزیه تابع تشخیص مورد تایید قرار گرفت (جدول 5). گروه اول شامل لاین‌های 10، 31، 34 و 36 و رقم روشن و گروه دوم شامل لاین‌های 2، 4، 33 و 35 و رقم سوپرهد بود. میانگین و درصد انحراف از میانگین کل دو خوشه در جدول 6 قابل رویت

جدول 3- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی مقاومت به خشکی در آبیاری 120 میلی‌متر تبخیر

MP	STI	SSI	TOL	Ys	Yp	
					0/852**	Ys
				0/058	0/572	TOL
			0/805**	-0/514	0/00	SSI
		-0/286	0/296	0/965**	0/948**	STI
	0/993**	-0/241	0/353	0/954**	0/969**	MP
0/999**	0/995**	-0/289	0/305	0/968**	0/956**	GMP

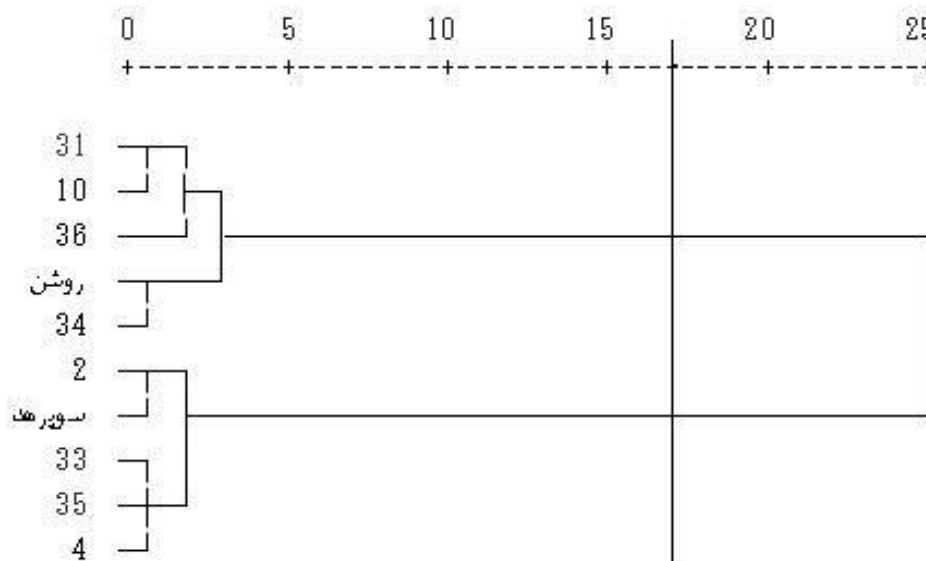
\*: معنی دار در سطح احتمال 0/01



جدول 4- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های ارزیابی مقاومت به خشکی در سطح آبیاری 160 میلی‌متر تبخیر

MP	STI	SSI	TOL	Ys	Yp	
					0/891**	Ys
				0/46	0/813**	TOL
			0/419	-0/591	-0/174	SSI
		-0/387	0/648*	0/969**	0/966**	STI
	0/994**	-0/348	0/691*	0/96**	0/983**	MP
0/997**	0/995**	-0/415	0/637*	0/978**	0/967**	GMP

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 0/05 و 0/01



شکل 3- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای لاین‌های اینبرد نوترکیب گندم نان به همراه والدین براساس شاخص‌های مقاومت به خشکی به روش Ward در متوسط شرایط تنش

جدول 5- تجزیه تابع تشخیص کانونیک برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای براساس شاخص‌های مقاومت به خشکی در متوسط شرایط تنش خشکی

تعداد گروه	ویلکس لامبدا	کی دو	سطح معنی داری
2	0/037	21/366	0/00
3	0/440	5/331	0/21

جدول 6- میانگین گروه‌ها و درصد انحراف آنها از میانگین کل براساس شاخص‌های مقاومت به خشکی در متوسط شرایط تنش خشکی

GMP	MP	STI	SSI	TOL	میانگین	لاین	خوشه
562/54	578/543	1/049	0/928	246/184	میانگین	10، 31، 34	1
28/491	28/028	55/079	-4/268	22/904	در صد انحراف از میانگین کل	36 و روشن	
307/348	320/457	0/318	1/083	164/226	میانگین	2، 4، 33، 35	2
-29/798	-29/085	-53/046	11/757	-18/013	در صد انحراف از میانگین کل	و سوپرهد	
437/804	451/887	0/677	0/969	200/306	میانگین کل		

#### منابع مورد استفاده

- آقائی سربزه م، روستائی م، محمدی ر و حق پرست ر، 1388، شناسائی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی در گندم نان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد 2، شماره 1، صفحه‌های 1-23.
- تیشه زن پ و دیالمی شبانکاره ح، 1383، خشکی، مکانیسم‌ها و مدیریت تنش. مجله کشاورزی و صنعت، شماره 60، صفحه‌های 18-20.
- خزاعی ح، 1381، اثر تنش خشکی بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام مقاوم و حساس گندم و معرفی مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی. پایان‌نامه دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- خزاعی ح و کافی م، 1381، بررسی نقش مقدار آب نسبی (RWC) و مقاومت روزنه‌ای در مقاومت به خشکی در گندم و ارتباط آن‌ها با عملکرد دانه در شرایط مزرعه و گلخانه. مجله علوم و صنایع کشاورزی، جلد 16، شماره 2، صفحه‌های 115-125.
- دانشیان ج، نورمحمدی ق و جنوبی پ، 1380، بررسی الگوی تغییرات عملکرد و اجزا عملکرد دانه سویا در شرایط تنش خشکی. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، 13-7 شهریور، کرج.
- رضائی ر، خورشیدی بنام م، روستائی م و فرامرزی ع، 1388، ارزیابی تحمل به تنش کم آبی در لاین‌های پیشرفته گندم دیم. مجله علوم کشاورزی، شماره 10، صفحه‌های 39-51.
- ذاکر تولایی ف، 1390، استفاده از مهندسی ژنتیک جهت افزایش تحمل گیاهان به تنش‌های غیرزیستی. هفتمین همایش ملی بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، 21-23 شهریور، پژوهشگاه نیرو، تهران.

شفازاده م‌ک، یزدان سپاس ا. امینی ا، قنادها م، 1383، بررسی تحمل به تنش خشکی آخر فصل در ژنوتیپ‌های امید بخش گندم زمستانه و بینابین با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش. مجله نهال و بذر، جلد 20، شماره 1، صفحه‌های 55-71.

فرشادفرع، زمانی م، مطلبی م و امام جمعه ع، 1380، انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران، شماره 32، صفحه‌های 65-77.

- کریم‌زاده سورشجانی ه، امام ی و موری س، 1391، واکنش عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص‌های مقاومت به تنش در ارقام گندم نان و دوروم به تنش خشکی پس از گلدهی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، شماره 1، صفحه‌های 151-162.

گراوندی م، فرشادفرع و کهریزی د، 1389، ارزیابی تنش خشکی در ژنوتیپ‌های پیشرفته گندم نان در شرایط مزرعه و آزمایشگاه. مجله به‌نژادی نهال و بذر، جلد 26، شماره 2، صفحه‌های 233-252.

نورمند موید ف، رستمی ع و قنادها ر، 1380، ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی در گندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران، شماره 32، صفحه‌های 795-805.

ولیلور و پاک نیت ر، 1381، تعیین شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در ارقام جو زراعی (*Hordeum vulgare* L.). خلاصه مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، صفحه‌های 461.

یوسفی آذر م و رضایی ع، 1386، ارزیابی تحمل به خشکی در لاین‌های گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، شماره 42، صفحه‌های 113-121.

Bansal KC and Sinha SK, 1991, Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum* L. and related species. I. Total dry matter and grain yield stability, *Euphytica*, 56: 7-14.

Bruckner PL and Fohbery RC, 1987, Stress tolerance and adaptation in spring wheat, *Crop Sci.*, 27: 31-36.

Calhoun DS, Miranda A, Gebeyehu G, Rajram S and Van Ginkel M, 1994. Choosing evaluation environments to increase wheat grain yield under drought conditions. *Crop Sci.*, 34: 673-678.

Fernandez GC, 1992, Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, in proceeding of symposium, 13-18 Agust, Taiwan, 25: 257-270.

Fischer RA and Maurer R, 1978, Drought resistance in spring wheat cultivars, I. Grain yield response, *Aust. J. Agric. Res.*, 29: 897-912.

Golabadi M, Arzani A and Mirmohammadi Maibody SAM, 2006, Assessment of drought tolerance in segregating populations in durum wheat, *Afr. J. Agric. Res.*, 1: 162-171.

Hamam KA, 2008, Increasing yield potential of promising bread wheat lines under drought stress, *J. Agric. Biol. Sci.*, 4: 842- 860.

- Mohammadi R, Haghparast R, Aghaee-Sarbarzeh M, Abdollahi A, 2006, Evaluation of drought tolerance of advanced durum wheat genotypes based on physiological criteria and related traits, *J. Agric. Sci. Iran*, 3: 563- 575.
- Ouk M, Basnayake J, Tsubo M, Fukai S, Fischer KS, Cooper M and Nesbitt H, 2006. Use of drought response index for identification of drought tolerant genotypes in rainfed lowland rice. *Field Crops Res.*, 99: 48-58.
- Rosille AA and Hamblin J, 1981, Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Sci.*, 21: 934-946.