"مجله علوم زراعي ايران"

جلد پنجم، شماره ۳، پاييز ۱۳۸۲

ارزيابي كيفيت گندم‌هاي نان ايران بر اساس زيرواحدهاي گلوتنين سنگين

Bread wheat quality evaluation based on the high molecular weight glutenin subunits

صديقه بحرائی *

چكيده

تنوع زيرواحدهاي گلوتنين سنگين (HMW-GS) در مكان‌هاي ژني *Glu*-1 در ۸۶ لاين و رقم از گندم‌هـاي نـان موجـود در برنامه‌هاي بهنژادي گندم كشور با استفاده از روش SDS-PAGE بررسـي گرديـد. مجموعـاً ۱٤ نـوع آلـل و ۳۱ تركيـب آللـي در گندم‌هاي نان مورد مطالعه تشخيص داده شد. جفت زيرواحد `2***+12 در ژنوم D كه به عنوان زيرواحدهاي نادر در توده‌هـاي بومي پاكستان قبلاً گزارش شده است، در ارقام بولاني، سرخ تخم، و كوير كه حاصل تلاقي سرخ تخم مي‌باشد، و از توده‌هاي بومي سيستان و بلوچستان هستند، مشاهده گرديد. ميانگين كلي امتياز كيفيت گندم‌هاي نان بر اساس زيرواحدهاي گلوتنين سـنگين برابـر ۷/٦ از ۱۰ شد كه كيفيت نسبتا خوبي را نشان داد. در اين بررسي گندم‌هاي نان اينيا، مارون، سايسون، زاگرس، پاستور، تجن، N-75-11،15-C-79-16،N-75، C-79-18 با امتيـاز كيفيـت برابـر ده بـه عنـوان بهتـرين كيفيـت و المـوت، شـهريار، هـامون، C-73-20، C-75-5 ,C-78-2، C-78-18 با امتياز چهـار تا پنـج به عنوان پائين‌ترين كيفيت بر اساس زيرواحـدهاي گلـوتنين سـنگين تعيـين گرديدند. با توجه به نقش مهم زيرواحدهاي گلوتنين سنگين به عنوان نشانگر ژنتيكي كيفيت آرد و پخت نان، نتـايج تحقيـق حاضـر يك برآورد ژنتيكي از كيفيت گندم‌هاي نان در ايران در مقايسه با ارقام خارجي به دست داده است.

واژه‌هاي كليدي: گندم نان، كيفيت، گلوتنين سنگين، بيوتيپ آللي، SDS-PAGE .

مقدمه

كيفيت آرد وپخت نان در يک رقم گندم صفتی پيچيده و تحت تأثير عوامل متعدد محيطی و ژنتيكی است. تعادل بين تركيبات مختلف مانند نشاسته، پروتئين‌های گلوتن، ليپيدها، آب و تداخل بين اين تركيبات تعيين كنندۀ كيفيت يک رقم هستند (Johansson et al., 1998). ژن‌های كاملا شناخته شده‌ای كه تنوع آللی آن‌ها بر روی محصول نهائی گندم تأثير می‌گذارند شامل ژن‌های كنترل‌كنندۀ زيرواحدهای گلوتنين سنگين (Glu-1) ، گلوتنين سبک (Glu-3)، گليـادين‌ها (Gli-1,2,3)، كميت پروتئين‌ها (Pro1, Pro2) سختـی دانـه (Ha, Pina-D1, Pinb-D1)، نشاسته شامـل پـروتئين‌های مومی (GBSS- Wx-1) و محتوای آميلوز و آميلو پكتين و ساير ژن‌های بيوسنتز نشاسته، ليپيدها و ليپوپروتئين‌ها، رنگ بذر وآنزيم‌های آلفا و بتا آميلاز هستند (Morris, 1998).

تاريخ دريافت: ۱۳۸۲/۳/۲۸ تاريخ پذيرش: ۱۳۸۲/۱۰/۱۱

* استاديار پژوهش- مؤسسه تحقيقات اصلاح و تهيه نهال و بذر- كرج

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

در بین عوامل مختلف، پروتئین‌های ذخیرهٔ بذر از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ایجاد تفاوت در کیفیت ارقام گندم محسوب می‌گردند (Payne, 1987; Ahmad et al., 1998; Rodrigues-Quijano et al., 2001; Kasarda, 1989) . این پروتئین‌ها نقش اصلی را در ایجاد خواص رئولوژیک و کیفیت آرد و پخت نان دارند. در واقع پروتئین‌های ذخیرهٔ بذر مسئول خواص منحصر به فرد چسبندگی و قابلیت ارتجاع(Viscoelasticity) در خمیر آرد گندم هستند (Branlard et al., 2001). پروتئین‌های ذخیرهٔ بذر خود شامل گروه‌های گلیادین، گلوتنین سنگین و سبک هستند. در بین گروه‌های مختلف پروتئین‌های ذخیرهٔ بذر، زیرواحدهای گلوتنین سنگین در رابطه با کیفیت پخت نان اهمیت بیشتری دارند. اجزای این پروتئین‌ها تعیین کنندهٔ قابلیت ارتجاع و حجم نان بوده و مسئول ۶۰-۴۷ درصد تنوع ژنتیکی ارقام از لحاظ کیفیت پخت نان هستند (Obukhova et al., 2003a; Obukhova et al., 2003b). لذا در برنامه‌های بهنژادی کیفیت گندم، از گلوتنین سنگین به عنوان یک شاخص کلیدی و ارزشمند استفاده می‌شود.

زیرواحدهای گلوتنین سنگین توسط ژن‌هایی که در مکان‌های ژنی *Glu-A1*، *Glu-B1* و *Glu-D1*، به ترتیب بر روی کروموزوم‌های 1A، 1B و 1D مستقر هستند، کنترل می‌شوند. هر مکان ژنی *Glu-1* دارای دو ژن با پیوستگی بسیار نزدیک (*Glu-1-1* ، *Glu-1-2*) می‌باشد. ژن *Glu-1-1* زیرواحدهای نوع X (۸۸-۸۰ کیلو دالتون) و ژن *Glu-1-2* زیرواحدهای نوع Y (۷۳-۶۷ کیلو دالتون) از گلوتنین سنگین را کنترل می‌کند. در گندم‌های زراعی مکان ژنی *Glu-A1* فقط زیرواحد X و *Glu-B1* هر دو زیرواحد X و Y یا فقط زیرواحد X و مکان ژنی *Glu-D1* هردو زیرواحد نوع X و Y را کنترل می‌کند. بنابراین در گندم نان به طور معمول بین سه تا پنج زیرواحد مشاهده می‌شود (Payne, 1987). تنوع آللی در این مکان‌های ژنی، مسئول اختلافات ارقام مختلف از لحاظ خواص کیفی آرد وپخت نان می‌باشند (Mackie et al., 1996; Shewry et al., 1992).

با ایجاد سیستم ارزیابی کیفیت که بر اساس تعیین امتیاز برای هر یک از آلل‌ها در مکان‌های ژنی یاد شده ایجاد شده است، امکان تعیین ارزش کیفی هر رقم بر اساس ترکیبات آللی این زیرواحدها فراهم شده است (Payne et al., 1987). در این بررسی ۸۶ ژنوتیپ گندم نان موجود در برنامه‌های بهنژادی گندم کشور بر اساس تنوع آللی در مکان‌های ژنی *Glu-1* به عنوان یک شاخص مهم ژنتیکی از لحاظ امتیاز کیفیت بررسی شده و هم‌چنین مقایسه‌ای از کیفیت گندم‌های نان ایران با گندم‌های نان کشورهای مختلف به عمل آمده است.

مواد و روش‌ها

۸۶ گندم نان شامل لاین‌های پیشرفته، امید بخش، ارقام معرفی شده قدیمی و جدید و ارقام خارجی مورد استفاده در برنامه‌های بهنژادی گندم در اقلیم‌های مختلف ایران مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول۱).

گلوتنین سنگین از نیم بذر بدون جنین هر یک از ارقام و لاین‌ها (از هر رقم چهار سنبله و از هر سنبله سه بذر) استخراج گردیدند. در مواردی که در درون لاین‌ها یا ارقام ناخالصی مشاهده گردید، تعداد بذور تا ۵۰ بذر افزایش داده شد. برای استخراج گلوتنین‌ها، پس از خارج کردن گلیادین‌ها با دی متیل فورمامید (Dimethylformamide-DMF)، رسوب باقی‌مانده در یک میلیلیتر از بافر 0.125M Tris-HCl pH=6.8 شامل 10% SDS به صورت سوسپانسیون در آمده و پس از سانتریفوژ، گلوتنین‌ها با استفاده از بافر استخراج (به نسبت حجمی ۵:۱ شامل بافر 0.125M, Tris-HCl 2.75% SDS, pH=6.8، گلیسرول ۱۰٪، 2% DTT و گاما پیرونین) برای مدت یک ساعت در ۶۰

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

درجه سانتیگراد بن ماری، استخراج شدند. زیرواحدهای گلوتنین سنگین با استفاده از روش SDS-PAGE

جدول ۱- مشخصات ۸۶ گندم نان مورد بررسی

Table 1. Information on 86 bread wheats analysed

No.	Cultivar/line name	Region[a]	Pedigree/Origin	G.H.[b]	Year of release
1	Ghermezbafghi	_	landrace-Yazd-Iran	_	very old
2	Sefidbafghi	_	landrace-Yazd-Iran	_	very old
3	Bolani		Landrace from Sistan and Balochestan-Zabol	S	very old
4	Sardari	4	Landrace-Kordestan-Iran	W	very old
5	Shahpasand	_	Landrace-Saveh-Iran	W	1942
6	Tabasi	3	Landrace-Tabas-Iran	S	1951
7	Omid	4	Landrace No.1-29-11085, Saveh - Iran	W	1956
8	Sholeh	2	Landrace-Iraq	S	1957
9	Roshan	3	Landrace-Esfahan-Iran	F	1958
10	Adl-1	3	Shahpasand*Turkey	S	1962
11	Chenab	2	Introducton Cultivar, Pakistan	S	1964
12	Dayhim	3	Diadem*Italiai, Karaj-Iran	S	1968
13	Inia	1	Inia,Mexico	F	1968
14	Besostaya	4	Introducton Cultivar, Russia	W	1969
15	Khazar1	1	(P 4160 (F3)*Nr69]LR64, Mexico	S	1973
16	Arvand	2	Rsh(Mt-Ky*My48)-Ahwaz-Iran	F	1972
17	Karaj1	3	(200H*Vfn)Rsh-Karaj-Iran	W	1973
18	Karaj2	3	(Fa*Th- Mt)Omid-Karaj-Iran	W	1973
19	Moghan1	1	(LR-N10B)*An3E-Mexico	S	1973
20	Karaj3	3	(Drc*Mxp/Son64*Tzpp-Y54)Nai60-Iran	W	1976
21	Bayat	2	(C271*Wte-Son64)*CIR	S	1978
22	Naz	1	(II-12300*LR64-8156/Nor67)=Jupateco73-Mexico	S	1978
23	Alborz	1	Fn-Md*K117A/Cofn2(Son64-K1.Rend/Cno"S"LR642-Son64)CM-2182-Mexico	F	1978
24	Azadi	3	(4820*1-32-15409)*Mexp-Karaj-Iran	W	1979
25	Kaveh	1	Fta-P1-Mexico	F	1980
26	Bistoon	4	(Boghda=local bread wheatfrom Sari)x (9-36-592*Piave)-Kermanshah and?	W	1980
27	Sabalan	2	(908*FnA12)*1-32-4382	W	1981
28	Golestan	1	Alondra"S"-Mexico	S	1986
29	Ghods	3	Rsh/5/Wt/4/Nor10/K54*2//Fn/3/Ptr/6/Omid//Kal/Bb-Karaj-Iran	F	1989
30	Navid	4	(Kirkpinar 79)63-112/66-2*7C-Turkey-USA	F	1990
31	Falat	1	Kvz/\buho"s"//Kal/Bb=Seri82-Cimmyt-Mexico	S	1990
32	Maroon	3	Avd*Pchu((28mt54A*N10-Brv21-1c/Kt54B)Nar59,1093))7c-Karaj-Gachsaran-Iran	S	1991
33	Hirmand	2	Byt/4/Jar//Cfn/Sr70/3/Jup"s"-Zabol-Iran	S	1991
34	Rasol	1	Veery"S"=Kvz/Buho"S"//Kal/Bb-Mexico	S	1992
35	MV-17	2	Introduction Cultivar-Hungary	W	1993
36	Alvand	3	1-27-6275/CF1770-Karaj-Iran	F	1995
37	Alamoot	4	KAVZ/TI71/3/MAYA"s"//Bb//INIA/4/Kj2/5/ANZA/3/Pi/Ndr//Hys-Karaj-Iran	W	1995
38	Mahdavi	3	TI/PCH/5/MT48/3/WT*//Nar59/TOTA63/4/MUS-Karaj-Iran-ICARDA	F	1995
39	Zarin	4	RK-15841-CIMMYT-ICARDA-Turkey	F	1995
40	Darab 2	2	Maya"s"/Nac-CIMMYT-Mexico	S	1995
41	Tajan	1	Bow"s"/NKt"s"(CM67428-GM-LR-5M-3R-LB-Y) CIMMYT-Mexico	S	1995
42	Atrak	1	Kauz"s"-CIMMYT-Mexico	S	1995
43	Niknejad	3	F13471/Crow"s"- ICARDA	S	1995
44	Star	2	Mexico (LFN/SDY//PVN"S")	S	1995
45	Vee/Nac		Introduction cultivar-Mexico-CIMMYT	S	_

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

46	Siosson		Introducton Cultivar, France	W	1996

Table1-Continued ادامه جدول ۱

No.	Cultivar/line name	Region[a]	Pedigree/Origin	G.H.[b]	Year of release
47	Zagros		Tan"s"/Vee"s"//Opata- CIMMYT/ICARDA	S	_
48	Pastour		Fow/Seri//Bow"s"-CIMMYT	S	_
49	Gahar		Ndvg9144//Kal/Bb/3/Yaco-CIMMYT/ICARDA	S	_
50	Gascogne	4	Introducton Cultivar, France	W	_
51	Gaspard	4	Introducton Cultivar, France	W	_
52	Sorkhtokhm	2	Landrace from Sistan and Balochestan-Zabol, Afghanestan	S	_
53	Kavir	2	Stm/3/Kal//V534/ Jit716-Zabol-Iran	S	1997
54	Chamran	2	Attila,(CM85836-50Y-OM-OY-3M-OY)CIMMYT-Mexico	S	1997
55	Shiroodi	1	Attila,(CM85836-4Y-OM-OY-8M-OY-OPZ)-CIMMYT-Mexico	S	1997
56	Marvdasht	3	HD2172/Bloudan//Azadi-Zarghan-Iran	S	1999
57	Azar 2	4	Kvz/Tr71/3/Maya"s"//Bb//Inia/4/Sefid	W	1999
58	Pishtaz (M-75-7)	3	Alvand//Aldan"S"/Ias58 40072-48	S	2002
59	Shiraz (M-75-10)	3	Gv/D630//Ald"S"/3Azd-Zarghan	S	2002
60	Dez (S-75-20)	2	Kauze*2/Opata//Kauze CRG-737-1Y-O10M-OY-CIMMYT	S	2002
61	Toos (C-73-5)	4	"Spn/Mcd//Cama/3/Nzr"-USA	F	2002
62	Shahriar (C-73-20)	4	Kvz/\Ti71/3/Maya"s"//Bb/Inia/4/Karaj2/5/Anza/3/Pi/Nar//Hys2002	W	2002
63	Hamoon	2	Falat* Roshan-Zabol-Iran	S	2002
64	N-75-11	1	Siren 64609-6Y-3M-2Y-OM	S	_
65	N-75-15	1	Nai60/SH7//SYSWM70053-2Y-1Y-OY-2AP	S	_
66	N-75-16	1	Shanghia7//Hahn"S"*2/Prl"S"CM95119-3Y-OM-OY	S	_
67	N-75-20	1	Blouudan/Bb/7C*2//Y50E/Kal*3/CW84	S	_
68	M-73-4	3	HD2172/Bloudan//Azad	S	_
69	M-73-19	3	Sannine/ALD"s"//Arvand40-7134	S	_
70	S-75-11	2	Turaco/Chil	S	_
71	C-73-18	4	Tjb916.46/CB306//2*Mhb/3/Buc	W	_
72	C-75-5	4	OWL85256*30H-*0-*E0h	F	_
73	C-78-2	4	Omid//H7/4P839/3/Omid/Tdo15/…	W	_
74	C-78-7	4	Bof13367//P101/3/Strampelli	W	_
75	C-78-11	4	OWL8452524-3H-O-HOH-ND/P101//Bb	W	_
76	C-78-14	4	55.174/P101//Maya/3/ Snb	W	_
77	C-78-18	4	Vata	W	_
78	C-79-4	4	1-67-122/4/1-32-1317//II-5017/Y50E/3/…	W	_
79	C-79-6	4	1-60-1//EMU"s"/TjB84/3/1-12628	W	_
80	C-79-15	4	362K2.111/6/NKT/5/TOB/CNO67//TOB/8156/…	F	_
81	C-79-16	4	KINACI9795/327SWM12289-7M-OM..	W	_
82	C-79-18	4	CHAM4/TAM200/DEL483 (960185 ...	F	_
83	Shahi cross	4	Shahi/Kvz/5/Shahi/4/Kal/Bb/Cj"s"/Hork"s"	W	_
84	Alborz cross	4	Alborz/4/k62909/4/cno//k58/Tob/3/Wa	S	_
85	Mahooty	2	Landrace from Yazd-Iran	S	_
86	Moroco	_	Introduction cultivar-CIMMYT	S	

a: Climatic zones in Iran: 1: Caspian sea shore region, 2: Southern region, 3: Moderate region, 4: Cold region.
b: Growth habit: S: Spring, W: Winter, F: Facultative

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

بر روی ژل ۱۰٪ (C=1.28) بر اساس روش پین و همکاران (Payne et al., 1981) مورد بررسی الکتروفورزی قرار گرفته و جداسازی شدند.

جداسازی زیرواحدهای *2 و 2 در ارقام حاوی زیرواحدهای ۲+۱۲ با استفاده از روشSDS-PAGE در حضور اوره (Lafiandra et al., 4M urea-SDS-PAGE 1993) با استفاده از ژل اصلی ۸٪ (C=2.67) انجام گردید.

نامگذاری زیرواحدها و آلل‌های کنترل‌کنندهٔ آن‌ها در هر مکان ژنی *Glu-1* در ژنوم‌های مختلف طبق روش پین و لاورنس (Payne and Lawrence, 1983) در کلیه ارقام انجام گردید. هم‌چنین از ارقام استاندارد گندم‌های نان و دوروم ارسالی از منابع مختلف (Chinese Spring, Marquis, Sappo, Duramba) در این بررسی استفاده گردید.

امتیاز کیفیت آرد در هر رقم بر اساس روش امتیازبندی پین و همکاران (Payne et al., 1987) برای هر یک از زیرواحدهای گلوتنین سنگین در ژنوم‌های مختلف تعیین گردید.

نتایج و بحث

زیرواحدهای گلوتنین سنگین در بعضی از لاین‌ها و ارقام گندم نان مورد بررسی، جداسازی شده توسط روش SDS-PAGE بر روی ژل ۱۰٪ (T=30%,C=1.28) در شکل۱ نشان داده شده است. در ارقام مورد مطالعه مطابق معمول در گندم‌های زراعی نان بین ۳ تا ۵ زیرواحد در کلیه ژنوم‌ها مشاهده شد. شکل ۲ تفکیک زیرواحدهای *2 را در ارقام و لاین‌های حاوی2+12 با استفاده از روش SDS-PAGE با ژل ۸٪ (C=2.67) در حضورurea 4M در ژل ۸٪ نشان می‌دهد.

در ۸۶ گندم نان مورد بررسی ۱۴ آلل مختلف در مکان‌های ژنی *Glu-A1* ، *Glu-B1* و *Glu-D1* مشاهده شد. در مکان ژنی *Glu-A1* سه نوع زیرواحد *2 ، 1 و نول تشخیص داده شد که به ترتیب فراوانی‌های معادل ۴۷/۱۷٪ ، ۱۶/۷۶٪ ، ۳۶/۰۷٪ نشان دادند. در مکان ژنی *Glu-B1* هشت زیرواحد ۸+۷، ۹+۷، ۱۸+۱۷، ۷، ۱۶+۱۳، ۲۰، ۸+۶، ۱۵+۱۴ به ترتیب با فراوانی‌های معادل: ۴۸/۶۵، ۱۹/۳۸، ۱۶/۵۶، ۶/۳۹، ۴/۰۷، ۲/۳۲، ۱۶/۴۵،۱/۱ در صد و در *Glu-D1* سه جفت زیرواحد ۲+۱۲، ۱۰+۵ و ۲***+۱۲ به ترتیب با فراوانی‌هایی معادل: ۶۰/۰۶، ۳۶/۴۵ و۳/۴۹ درصد در کل نمونه‌های مورد بررسی مشاهده گردیدند.

جدول ۲ ترکیبات زیرواحدهای گلوتنین سنگین را در گندم‌های نان مورد بررسی نشان می‌دهد. سی و یک ترکیب مختلف آللی از زیرواحدهای گلوتنین سنگین در مکان ژنی*Glu-1* در ۸۶ لاین و رقم مورد بررسی مشاهده شد. معمول‌ترین ترکیب از زیرواحدهای گلوتنین سنگین در بین گندم‌های نان مورد مطالعه به‌ترتیب 2*, 7+8, 2+12 و بعداز آن ترکیبN/7+8/2+12 بودند که به‌ترتیب در ۱۷ و ۱۵ رقم مشاهده گردیدند.

از ۸۶ گندم مورد بررسی، ۷۴ رقم و لاین از نظر زیرواحدهای گلوتنین سنگین یکنواختی نشان دادند.۱۲ رقم و لاین (شعله، کرج۳، ناز، کاوه، بیستون، قدس، رسول، مهدوی، زرین، کویر، توس، C-73-18) هتروژن بوده و بین دو تا سه ترکیب آللی مختلف از مکان ژنی *Glu-1* نشان دادند. ناخالصی در درون ارقام ممکن است به بیوتیپ‌های طبیعی و یا به اشتباه در نمونه‌برداری مربوط باشند. وجود بیوتیپ‌های پروتئینی درون ارقام معرفی شده گندم، امری طبیعی است که در ارقام کشورهای مختلف گزارش شده است (Appleyard et al., 1979; Metakovsky, 1990).

در ارقام سرخ تخم، کویر و بولانی ، در ژنومD یک جفت زیرواحد مشاهده شد که بر اساس شکل و توضیح ارائه شده در گزارش طاهر و لافیاندرا (Tahir and Lafiandra, 1994) مشابه جفت زیرواحدهای `12+***2 است که در توده‌های بومی منطقهٔ بلوچستان در پاکستان با فراوانی بسیار پائین (۰/۲۶در صد) گزارش شده است. بر اساس این گزارش

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

جدول ۲- زیرواحدهای گلوتین‌های سنگین و امتیاز کیفیت پخت نان در ۸۶ گندم نان مورد بررسی

Table 2. HMW-G subunits and corressponding bread making quality scores of 86 bread wheats analysed

Order	Cultivar name	S.size	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	Quality Score[2]	Total
1	Ghermezbafeghi	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
2	Sefidbafeghi	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
3	Bolani	12	N	7+8	2***+12`	1+3+nd	Nd
4	Sardari	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
5	Shahpasand	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
6	Tabasi	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
7	Omid	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
8	SholehB1	6	N	20	2+12	1+1+2	4
8	Sholeh B2	3	N	7+8	2+12	1+3+2	6
8	Sholeh B3	3	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
9	Roshan	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
10	Adl-1	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
11	Chenab	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
12	Dayhim	12	1	7+8	2+12	3+3+2	8
13	Inia	12	1	7+8	5+10	3+3+4	10
14	Bezostaya	12	2*	7+9	5+10	3+2+4	9
15	Khazar1	12	2*	13+16	2+12	3+3+2	8
16	Arvand	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
17	Karaj1	12	N	7+9	5+10	1+2+4	7
18	Karaj2	12	N	7+8	5+10	1+3+4	8
19	Moghan1	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
20	Karaj3 B1	6	2*	20	2+!2	3+3+2	8
22	Karaj3 B2	6	2*	7+8	2+12	3+1+2	7
21	Bayat	24	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
22	Naz B1	6	N	7+8	2+12	1+3+2	6
22	Naz B2	6	1	13+16	5+10	3+3+4	10
23	Alborz	12	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
24	Azadi	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
25	Kaveh B1	9	N	7+8	2+12	1+3+2	6
25	Kaveh B2	3	2*	17+18	5+10	3+3+4	10
26	Bistoon B1	9	N	7+8	2+12	1+3+2	6
26	Bistoon B2	3	1	17+18	2+12	3+3+2	8
27	Sabalan	12	N	14+15	5+10	1+2+4	7
28	Golestan	12	N	17+18	5+10	1+3+4	8
29	Ghods B1	29	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
29	Ghods B2	9	N	7+8	5+10	1+3+4	8
29	Ghods B3	12	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
30	Navid	12	2*	7	5+10	3+1+4	8
31	Falat	12	1	7+9	5+10	3+2+4	9
32	Maroon	12	1	7+8	5+10	3+3+4	10
33	Hirmand	12	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
34	Rasol B1	6	N	7+9	5+10	1+2+4	7
34	Rasol B2	3	1	7+8	2+12	3+3+2	8
34	Rasol B3	3	2*	7+9	5+10	3+2+4	9
35	MV-17	12	2*	7+9	2+12	3+2+2	7
36	Alvand	12	1	7+8	2+12	3+3+2	8
37	Alamoot	12	N	7+9	2+12	1+2+2	5
38	Mahdavi	25	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
38	Mahdavi	22	1	17+18	2+12	3+3+2	8
39	Zarin B1	9	1	17+18	2+12	3+3+2	8

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

Table 2-Continued

ادامه جدول ۲

Order	Cultivar name	S.size	Glu-A1	Glu-B1	Glu-D1	Quality score[2]	Total
39	Zarin B2	3	1	7+8	2+12	3+3+2	8
40	Darab 2	12	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
41	Tajan	12	2*	13+16	5+10	3+3+4	10
42	Atrak	12	2*	7+9	5+10	3+2+4	9
43	Niknejad	12	2*	7+9	5+10	3+2+4	9
44	Star	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
45	Vee/Nac	12	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
46	Siosson	12	2*	7+8	5+10	3+3+4	10
47	Zagros	12	2*	17+18	5+10	3+3+4	10
48	Pastour	12	1	17+18	5+10	3+3+4	10
49	Gahar	12	2*	7	5+10	3+1+4	8
50	Gascogne	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
51	Gaspard	12	N	6+8	5+10	1+1+4	6
52	Sorkhtokhm	12	N	7+8	2***+12`	1+3+nd	nd
53	KavirB1	9	2*	17+18	2***+12`	3+3+nd	nd
53	KavirB2	3	N	17+18	2***+12`	1+3+nd	nd
54	Chamran	12	2*	7	5+10	3+1+4	8
55	Shiroodi	12	1	7	5+10	3+1+4	8
56	Marvdasht	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
57	Azar 2	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
58	Pishtaz (M-75-7)	15	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
59	Shiraz (M-75-10)	15	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
60	Dez (S-75-20)	12	2*	17+18	2+12	3+3+2	8
61	Toos:C-73-5	9	2*	7	2+12	3+1+2	6
61	Toos (C-73-5)	3	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
62	Shahriar (C-73-20)	12	N	7+9	2+12	1+2+2	5
63	Hamoon (Falat cross)	12	N	7+9	2+12	1+2+2	5
64	N-75-11	12	2*	17+18	5+10	3+3+4	10
65	N-75-15	12	2*	13+16	5+10	3+3+4	10
66	N-75-16	12	N	7+9	5+10	1+2+4	7
67	N-75-20	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
68	M-73-4	15	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
69	M-73-19	15	N	7+8	2+12	1+3+2	6
70	M-75-1	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8
71	C-73-18B1	9	2*	7	5+10	3+1+4	8
71	C-73-18B2	3	N	6+8	2+12	1+1+2	4
72	C-75-5	12	N	7+9	2+12	1+2+2	5
73	C-78-2	12	N	7+9	2+12	1+2+2	5
74	C-78-7	12	2*	7+9	5+10	3+2+4	9
75	C-78-11	12	N	7+8	5+10	1+3+4	8
76	C-78-14	11	1	7+9	5+10	3+2+4	9
77	C-78-18	12	N	20	2+12	1+1+2	4
78	C-79-4	12	2*	7+9	5+10	3+2+4	9
79	C-79-6	12	1	7+8	2+12	3+3+2	8
80	C-79-15	12	1	7+9	5+10	3+2+4	9
81	C-79-16	12	1	7+8	5+10	3+3+4	10
82	C-79-18	12	2*	7+8	5+10	3+3+4	10
83	Shahi (Cross)	12	N	17+18	2+12	1+3+2	8
84	Alborz (cross)	12	1	7+8	2+12	3+3+2	8
85	Mahooty	12	N	7+8	2+12	1+3+2	6
86	Moroco	12	2*	7+8	2+12	3+3+2	8

1: B1, B2, B3: Biotypes 1-3 in heterogeneous cultivars. 2: Quality scores assigned for HMW-G subunits according to Payne et al., 1987, nd: not identified.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

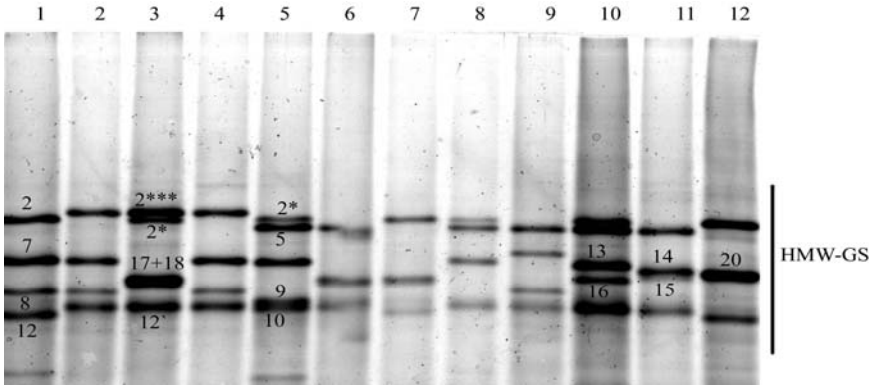
و در این ارقام زیر واحد Dx(**2*) تحرکی کندتر از 2 و **2* و کمی سریع‌تر از زیرواحد ۱ در ژنوم A دارد. زیرواحد Dy در رقم کویر، سرخ تخم و بولانی در روش SDS-PAGE تحرکی کمی کندتر از زیرواحد Dx10 نشان داد. طاهر و لافیاندرا (۱۹۹٤) با تجزیه این زیرواحد توسط روش RP-HPLC این زیرواحد را با وجود تحرک نزدیک به زیرواحد DY10 در روش SDS-PAGE، واریته‌ای از Dx12 دانسته و آن را `DY12 اطلاق کردند. نکته قابل توجه در مورد این جفت زیرواحدهای نادر این است که در بررسی ٦۰ اجتماع از توده‌های بومی ایران٤۱ ٪ از اجتماعات همین جفت آللی را نشان دادند (بحرائی و همکاران، ۱۳۷۹). منشاء رقم کویر نیز از سرخ تخم و سرخ تخم و بولانی خود از توده‌های بومی مناطق سیستان و بلوچستان ایران هستند. بنابراین این جفت آللی با وجود کمیاب بودن در دنیا، در ایران از فراوانی بسیار بالایی برخوردار است. به نظر می‌رسد با توجه به نزدیکی بلوچستان پاکستان و ایران، توده‌های بومی حاوی این جفت زیرواحدها در پاکستان نیز از ایران منشاء گرفته باشند. اگرچه این ارقام از لحاظ کیفیت پخت نان سنتی به عنوان ارقام خوب در مناطق سیستان و بلوچستان شناخته شده‌اند. تا کنون یک بررسی دقیق علمی برای تعیین امتیاز کیفیت این جفت زیرواحد و مقایسهٔ آن‌ها با سایر زیرواحدهای ژنوم D انجام نشده است. با توجه به فراوانی این زیرواحدها در ایران و کمیاب بودن آن‌ها در سایر کشورها نیاز به بررسی در این زمینه اهمیت زیادی خواهد داشت.

نقش مهم‌تر زیرواحدهایی که توسط مکان ژنی مستقر برروی ژنوم D در تعیین کیفیت پخت نان گزارش شده است (Rodrigues-Quijano et al., 2001). بر اساس اعتقاد بسیاری از دانشمندان، پخت خوب نان به میزان زیادی به حضور جفت زیرواحد ۱۰+۵ در مکان ژنی *Glu-D1* بستگی دارد (Bushuk,1997; Rabinovich, 1998). در کانادا کلیهٔ لاین‌های بهنژادی بر اساس حضور جفت زیرواحد ۱۰+۵ انتخاب شده و فراوانی برابر ۹۵٪ در مقابل ۵٪ زیرواحد ۱۲+۲ در آن‌ها گزارش شده است (Bushuk,1997). هم‌چنین ۸۵٪ گندم‌های امریکا شامل زیرواحدهای ۱۰+۵ هستند. در اوکراین، روسیه و قزاقستان وضعیت متفاوت بوده و فراوانی زیرواحدهای ۱۰+۵ بین ٤٦ تا ۵۵٪ و ۱۲+۲ بین ٤۱ تا ٥٤ درصد گزارش شده است. در کشورهای اخیر حدود ۵۳-۵۰٪ ارقامی که به عنوان کیفیت خوب شناخته شده‌اند، جفت زیرواحد ۱۲+۲ نشان داده اند (Rabinovich, 1998) . بر اساس نظر بعضی از دانشمندان روسی واریته‌های مناطق خشک بیشتر حاوی زیرواحدهای ۱۲+۲ و مناطق مرطوب اساساً حاوی زیرواحدهای ۱۰+۵ هستند (Rabinovich, 1998). در این رابطه بعضی از محققین وجود قابلیت سازگاری آلل‌های خاص پروتئین‌های ذخیرهٔ بذر را با شرایط اکولوژیک و جغرافیائی معینی تأئید نموده‌اند (Ciaffi et al., 1993). چنین ارتباطی می‌تواند به دلایل متعددی از جمله مهاجرت، دریفت ژنتیکی، یا پیوستگی بین مکان‌های ژنی پروتئین‌های ذخیرهٔ بذر و مکان‌های ژنی کنترل‌کنندهٔ قابلیت سازگاری ایجاد شده باشد. در عین حال هنوز یک دلیل قوی و مستند بر تائید قابلیت سازگاری تنوع آللی پروتئین‌های ذخیرهٔ بذر با شرایط محیطی در دست نمی‌باشد (Lafiandra et al., 1993).

در این بررسی جفت زیرواحد ۱۲+۲ فراوانی بالاتری (٦۰/۰٦٪) از جفت زیرواحد ۱۰+۵ (۳٦/٤۵٪) نشان داد. در مکان ژنی *Glu-A1* ، زیرواحدهای *۲ و ۱ (با اثر مثبت بر روی کیفیت)، مجموعاً فراوانی برابر ٦٤٪ و زیرواحد نول (با اثر منفی برروی کیفیت)، فراوانی ۳٦٪ نشان دادند. در مقایسه در گزارشی از یک بررسی روی ٤۰۰ گندم نان از کشورهای مختلف، زیرواحد نول در کانادا، امریکا و پاکستان حضور نداشته و در کشورهای استرالیا، اوکراین، روسیه ، قزاقستان فراوانی ۹٪ یا کمتر را نشان داده است (Rabinovich, 1998). در برنامه‌های بهنژادی گندم ایران، زیرواحدهای گلوتنین سنگین

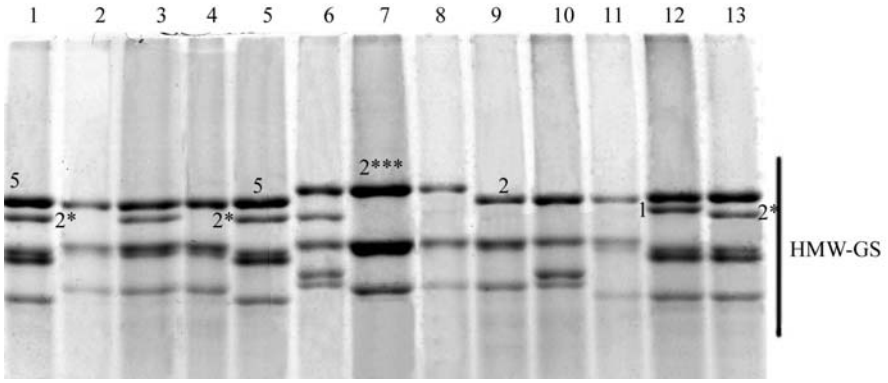
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]



شکل ۱- جداسازی الکتروفورزی زیرواحدهای گلوتنین سنگین با روش SDS-PAGE روی ژل ۱۰٪ در بعضی از گندم‌های نان تحت کشت ایران. ۱ و ۵ به ترتیب استانداردهای گندم نان Chinese Spring و Cheynne ، ۲- بولانی ۳- کویر ٤- سرخ تخم ٦- گلستان ۷- هیرمند ۸- نوید ۹- گاسپارد ۱۰- تجن ۱۱- سبلان ۱۲- C-78-18

Fig. 1. 10% SDS-PAGE separation of HMW-G subunits in some promising bread wheat lines and cultivars grown in Iran. 1 and 5 standard cultivars of bread wheats, Chinese Spring and Cheynne respectively, 2: Bolani 3- Kavir 4- Sorkntokhm 6- Golestan 7- Hirmand 8- Navid 9- Gaspard 10- Tajan 11- Sabalan 12- C-78-18



شکل ۲- جداسازی زیرواحدهای گلوتنین سنگین در بعضی گندم‌های مورد بررسی، با روش SDS-PAGE در حضور اوره روی ژل ۸٪ ارقام استاندارد عبارتند از: ۱، ۵ و ۱۳: Cheynne، ۹، Chinese Spring، ۱۲: Marquis. ارقام شامل: ۲- قرمز بافقی، ۳- سرداری، ٤- طبسی، ٦- کویر ۷- سرخ تخم ۸- بولانی ۱۰- C-78-18، ۱۱- C-75-5

Fig. 2. 4 M urea SDS-PAGE separation of HMW-GS of some cultivars analysed. Standard cultivars are: 1, 5, 13: Cheynne, 9: Chinese Spring, 12: Marquis. Cultivars are: 2- Ghermezbafghi, 3- Sardari, 4- Tabasi, 6- Kavir, 7- Shorktokhm, 8- Bolani, 10- C-78-18, 11- C-75-5

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

درسال‌های اخیر به عنوان شاخص کیفیت مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین یکی از دلایل مهم فراوانی بالاتر زیرواحدهای نول و۲+۱۲ در ارقام ایرانی در مقایسه با سایر کشورها، عدم کاربرد این پروتئین‌ها به عنوان معیار انتخاب در برنامه‌های بهنژادی کیفیت گندم می‌باشد.

جدول ۲ ارزش کیفیت ارقام و لاین‌های گندم نان مورد مطالعه را بر اساس روش رتبه‌بندی پین و همکاران (۱۹۸۷) نشان می‌دهد. در این بررسی گندم‌های نان اینیا، مارون، سایسون، زاگرس، پاستور، تجن، N-75-15 ، N-75-11, C-79-16، C-79-18 با امتیاز کیفیت برابر ده به عنوان بهترین کیفیت و الموت، شهریار، هامون، C-73-20، C-75-5، C-78-2, C-78-18 با امتیاز چهار تا پنج به عنوان پائین‌ترین کیفیت بر اساس زیرواحدهای گلوتنین سنگین تعیین گردیدند. میانگین امتیاز کیفیت گندم‌های نان زیر کشت ایران بر اساس زیرواحدهای گلوتنین سنگین، در اقلیم شمال (۸/۵۶)، معتدل (۷/۳۸) جنوب (۷/۳۳) و سرد (۷/۳۰) و میانگین کلی برابر ۷/٦ از ۱۰، کیفیت نسبتاً خوبی را نشان داد.

به دلیل عدم وجود یک روش استاندارد برای پخت نان‌های سنتی در ایران (کاوه، ۱۳۷۲)، کلیهٔ بررسی‌هایی که در زمینهٔ کیفیت آرد و پخت نان در ایران انجام می‌گیرد، صرفاً امکان مقایسهٔ گندم‌های نان ایرانی را با ارقام خارجی و برای پخت نان‌های حجمی ایجاد می‌نماید. در عین حال با توجه به این که امروزه بر اساس تحقیقات وسیع دانشمندان کشورهای مختلف نقش هر یک از اجزاء گلوتنین سنگین در کیفیت آرد و پخت نان مشخص شده است، انتخاب ارقام گندم نان بر اساس امتیاز زیرواحدهای گلوتنین سنگین در برنامه‌های بهنژادی کیفیت گندم، راه مناسبی بر ای افزایش کیفیت گندم‌های نان ایران خواهد بود.

تشکر و قدرداني

خانم نادیا بقائی شرکت فعالی در بخش آزمایشگاهی این تحقیق داشتند. بدینوسیله از زحمات ایشان قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده References

بحرایی، ص.، ب. پیرایش فر، ر. جوکار و ب. تجاسب. ۱۳۷۹. بررسی رابطه پروتئین‌های ذخیره بذر با کیفیت آرد، و تنوع ژنتیکی در توده‌های بومی گندم‌های نان ایرانی. گزارش نهایی طرح، شماره ۷۵۲۳۸-۱۲-۱۰۷، کد ۷۹/۳۵۸، بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱٤۸ص.

کاوه، ح. ۱۳۷۲. کیفیت محصولات زراعی. مجموعه مقالات کلیدی. اولین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران. دانشکدهٔ کشاورزی. کرج. ۱۸-۱۵ شهریور ۱۳۷۲. صفحهٔ ۲۳٤-۲۲۳.

Ahmad, M., W. B. Griffin and K. H. Sutton. 1998. Quantification of glutenin and gliadin as a measure of bread baking quality by size exclusion and reverse phase HPLC. In: A.E. Slinkard (eds.), Proc. 9th Intl. Wheat Genetics Symp. Vol **4:** 124-126.

Appleyard, D. B., J. McCausland and C. W. Wrigley. 1979**.** Checking the identity and origin of off-types in propagation of pedigreed wheat seed. Seed Science and Technology **7:** 459-466.

Branlard, G., M. Dardevet, R. Saccomano, F. Lagoutte and J.Gourdon. 2001. Genetic diversity of seed storage proteins and bread wheat quality. 2001. In: Wheat in a Global Environment, Z. Bedo and L.Lang (eds.), Kluwer Academc publishers. Printed in the Netherlands. 157-169.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

Bushuk, W. 1997. Wheat breeding for end product use. In: Wheat: Prospects for global improvments. Developments in Plant Breeding. Vol.6. pp 203-211. The Netherland: Kluwer Academic Publishers.

Ciaffi, M., D. Lafiandra, E. Porceddu and S. Benedetteli. 1993. Storage protein variation in wild emmer wheat (*Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides*) from Jordan and Turkey. I-Electrophoretic chracterization of genotypes. Theor.Appl. Genet. **86:** 474-480.

Johansson, E., G., Svensson and W. K. Heneen. 1998. Genotype and environmental effects on factors influencing bread-making quality. In: A. E. Slinkard (ed.), Proc. 9th Intl. Wheat Genetics Symp. Vol. 4. pp 175-177.

Kasarda, D. D. 1989. Wheat is unique In : Pomeranz Y. (ed.), American Association of Cereal Chemists, St Paul. pp 277-302.

Lafiandra, D., R. D'Ovidio, E. Porceddu, B. Margiotta and G. Colaprico. 1993. New data supporting High M_r glutenin subunit 5 as the determinant of quality differences among the pairs 5+10vs. 2+12. J. of Cereal Science **18:** 197-205.

Mackie, A. M., E. S. Lagudah, P. J. Sharp and D. Lafiandra. 1996. Molecular and biochemical composition of HMW glutenin subunits from *T. tauschii* and the D genome of hexaploid wheat. J. of Cereal Science **23:** 213-225.

Metakovsky, E. V. 1990. The value of gliadin biotypes in commercial cultivars of wheat, In: W. Bushuk and R. Kachuk (eds.). Gluten proteins American Association of Cereal Chemists, pp 569-580.

Morris, C. F. 1998. Genetic determinants of wheat grain quality. In: A.E. Slinkard (ed.), Proc. 9th Intl. Wheat Genetics Symp., Proc. 9th Intl.Vol. 1. pp 245-253.

Obukhova, L., E. Budashkina, M.Ermakova. 2003a. Cross 21 as a potential donor of high bread-making quality of wheat. The 1st Central Asian Wheat Conference, Almaty, june10-13,2003. pp 540.

Obukhova, L., M.Ermakova and I. Chernyi. 2003b. Study of the relationships between the Glu-1 scores and bread-making quality lines of CV.Irtyshanka-10. The 1st Central Asian Wheat Conference, Almaty, june10-13, 2003. pp 541.

Payne, P. I. 1987. Genetics of wheat storage proteins and the effect of allelic variation on bread-making quality. Ann.Rev. Plant Physiol. **38:** 141-153.

Payne, P.I. and G. J. Lawrence. 1983**.** Catalogue of alleles for the complex loci, *Glu-A1*, *Glu-D1* which code for HMW subunits of glutenin hexaploid wheat, Cereal Res. Commun1**1:** 29-35.

Payne, P. I., L. M. Holt and C.N. Law. 1981. Structural and genetic studies on the high molecular weight subunits of wheat glutenin. I- allelic variation in subunits among varieties of wheat (*Triticum aestivum*), Theor. Appl. Genet. **60:** 229-236.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

Payne, P. I., M. A. Nightingale, A. F. Krattiger and L. M., Holt. 1987. The relation between HMW glutenin subunits composition and bread making quality of British grown wheat varieties. J. Sci. Food Agri. **40:** 51-65.

Rabinovich, S. V. 1998. Composition of high molecular weight glutenin subunits connected with good quality in spring wheats and its distribution in different countries of world In: A. E. Slinkard (ed.), Proc. 9th Intl. Wheat Genetics Symp. Proc. 9th Intl. Vol. 4. pp 254-256.

Rodrigues-Quijano M., M. T. Nieto-Taladriz, M. Gomez and J. M. Carrillo, 2001. Quality influence of some HMW-glutenin subunits X and Y type coded by *Glu-D1* locus In: Z. Bedo (ed.) 6th International Wheat Conference, Abstract of oral and poster presentation, 5-9 June, Budapest, Hungary, Organized by Agricultural Research Institute of Hungarian Academy of Science, Martonvasar. pp 26.

Shewry, P. R., N. G. Halford and A. S. Tatham. 1992. Critical Review Article: High molecular weight subunits of wheat glutenin. J. of Cereal Science **15:** 105-120.

Tahir, M., D. Lafiandra. 1994. Assessment of genetic variability in hexaploid wheat landraces of Pakistan based on polymorphism for HMW-glutenin subunits, In: Biochemical evaluation of plant genetic resources, Final technical report, Dept. of Agrobiology and Agrobiochemistry, University of Tuscia, Viterbo, Italy. pp 33-44.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]

Bread wheat quality evaluation based on the high molecular weight glutenin subunits

S. Bahraie[1]

ABSTRACT

High molecular weight glutenin subunits variation was studied at *Glu-1* loci in 86 breeding lines and cultivars of bread wheat of Iran, using SDS-PAGE method. A total of 14 alleles and 31 allelic composition were detected. An already reported rare subunit pair " 2***+12`" at *Glu-D1* locus was found in Sorkhtokhm, and Boulani which are landraces of Sistan and Bluchestan provience of Iran and cv. Kavir which is a Sorkhtokhm derivative. The total average of *Glu-1* quality scores of these lines and cultivars was 7.6 of 10 and showed that the HMW-GS compositions had generally good quality. Cultivars Inia, Maroon, Sisson, Zagros, Pastour, Tajan and N-75-11, N-75-15, C-79-16 and C-79-18 lines showed quality scores equal to ten. However, Alamoot, Shahriar, Hamoon cultivers and C-73-18, C-73-20, C-75-5, and C-78-18 lines showed quality scores between four to five. The quality of former and later lines/ cultivars were considered the highest and lowest in this study, respectively. The results in this study provides a genetic estimation of quality of bread wheat lines/ cultivars in Iran in comparison to those from other countries.

Key Words: Bread wheat, Quality, High molecular weight glutenin subunits, Allelic variant, SDS-PAGE

1- Research Assist. Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-10-11]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1382.5.3.5.7]