مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۵ ، شماره ۳، سال ۱۳۸۸

ارزیابی کیفیت نانوایی ارقام و لاین‌های گندم نان با استفاده از آزمایش ارتفاع رسوب SDS و زیرواحدهای گلوتنین سنگین

Evaluation of Bread Making Quality of Bread Wheat Cultivars and Lines Using SDS- Sedimentation Volume and High Molecular Weight Glutenin Subunits

رضا نیکوسرشت[۱]، گودرز نجفیان[۲]، رضا قلی میرفخرائی[۳] و حمید دهقانی[۳]

۱- مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه
۲- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج
۳- به ترتیب مربی و دانشیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۱

چکیده

نیکوسرشت، ر.، نجفیان، گ.، میرفخرائی، ر.ق.، و دهقانی، ح. ۱۳۸۸. ارزیابی کیفیت نانوایی ارقام و لاین‌های گندم نان با استفاده از آزمایش ارتفاع رسوب SDS و زیرواحدهای گلوتنین سنگین. **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۵:** ۳۸۳ - ۳۷۳.

تعداد ۵۷ لاین پیشرفته گندم آبی مناطق معتدل کشور به‌منظور بررسی رابطه بین زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا و ارتفاع رسوب SDS، انتخاب شدند. جداسازی الکتروفورزی با روش SDS-PAGE انجام شد و برای تعیین کیفیت از ارتفاع رسوب SDS استفاده شد. در مکان ژنی *Glu*-A1 سه زیرواحد، در مکان ژنی *Glu*-B1 پنج زیرواحد و در مکان ژنی *Glu*-D1 دو زیرواحد شناسایی شدند. نتایج نشان داد که بین زیرواحدهای ۱ از مکان ژنی *Glu*-A1، ۱۸+۱۷ از مکان ژنی *Glu*-B1 و ۱۰+۵ از مکان ژنی *Glu*-D1 با ارتفاع رسوب SDS همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. در تجزیه رگرسیون گام به گام، دو آلل نول از جایگاه ژنی *Glu*-A1 و ۱۲+۲ از جایگاه ژنی *Glu*-D1 با تاثیر منفی بر ارتفاع بالای رسوب SDS و دو زیرواحدهای ۱۶+۱۳ و ۱۸+۱۷ از جایگاه ژنی *Glu*-B1 با تاثیر مثبت بر ارتفاع بالای رسوب SDS وارد مدل شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که زیرواحد ۱ از جایگاه ژنی *Glu*-A1، زیرواحد ۱۶+۱۳ از جایگاه ژنی *Glu*-B1 و زیرواحد ۱۰+۵ از جایگاه ژنی *Glu*-D1 دارای بالاترین میانگین ارتفاع رسوب SDS در جایگاه‌های ژنی سه‌گانه بودند.

واژه‌های کلیدی: گندم، الکتروفورز، زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا، ارتفاع رسوب SDS.

نویسنده مسئول: rnikoseresht@yahoo.com

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا است و براساس نتایج آمارگیری وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۷۹-۱۳۷۸ سطح زیر کشت گندم در ایران ۵/۱ میلیون هکتار بود (Anonymous, 2000). عمده‌ترین بخش مصرف گندم در ایران مربوط به تولید نان است و هر ساله بیش از ۹۰ درصد آن در این جهت مصرف می‌شود.

مطلوبیت آرد برای تهیه نان بستگی به کیفیت و کمیت گلوتن آن دارد. گلوتن گندم شامل گلوتنین‌ها و گلیادین‌ها است که از مدت‌ها قبل به عنوان عامل تعیین کننده ارزش نانوایی در گندم شناخته شده‌اند. این دو گروه مجموعاً ۸۵ درصد از پروتئین ذخیره‌ای در گندم را تشکیل می‌دهند. گلوتنین‌ها خود از نظر وزن مولکولی به دو گروه با وزن مولکولی بالا (HMW-GS) و وزن مولکولی پایین (LMW-GS) تقسیم می‌شوند.

اولین مطالعه در مورد پروتئین‌های بذر گندم توسط Osborn در سال ۱۹۰۷ میلادی انجام شد. در این مطالعه پروتئین‌های بذر گندم براساس حلالیت به چهار گروه تقسیم شدند. دو گروه آلبومین‌ها و گلوبولین‌های محلول در آب و محلول در حلال‌های نمکی بودند که دارای فعالیت‌های متابولیکی هستند. دو گروه دیگر گلوتلین یا گلوتنین‌ها و پرولامین‌ها یا گلیادین‌های غیرفعال و نامحلول هستند (به نقل از: Weegels *et al.*, 1996).

در تحقیقی توسط Weegels *et al.* (1996) مشخص شد که میزان زیرواحدهای سنگین گلوتنین که به وسیله روش‌های متفاوتی تعیین می‌شوند قادر به توجیه اختلافات ارقام در حجم قرص نان (۸۷-۲۰٪) و میزان پروتئین (۷۶-۱۰٪) هستند.

در آزمایشی که با ۱۷۴ رقم بومی اسپانیایی از گندم های نان (*Triticum aestivum*)برای بررسی ارتباط بین زیرواحدهای سنگین گلوتنین و استحکام گلوتن، از طریق اندازه‌گیری ضریب رسوب SDS، توسط Rodriguez and Carrilo (1994) انجام شد، ارتباط معنی‌داری بین حجم‌های بالای رسوب SDS و زیرواحدهای سنگین گلوتنین ۱ و *۲ از جایگاه ژنی *Glu*-A1، ۱۶+۱۳ و ۸+۷ از جایگاه ژنی *Glu*-B1، و زیرواحد ۱۰+۵ از جایگاه ژنی *Glu*-D1 مشاهده شد. بین حجم‌های پایین رسوب SDS و آلل نول از جایگاه ژنی *Glu*-A1، زیرواحدهای ۸+۶ و ۲۰ از جایگاه *Glu*-B1، زیرواحدهای ۱۲+۲ و ۱۳+۳ و ۱۲+۴ از جایگاه ژنی *Glu*-D1 نیز ارتباط معنی‌داری وجود داشت.

میرالی و همکاران(Mirali *et al.*, 1999) در بررسی ارتباط بین زیرواحدهای سنگین گلوتنین و استحکام گلوتن مشاهده کردند که جایگاه ژنی *Glu*-D1 مهم‌ترین مکان ژنی است که در آن زیرواحد ۱۰+۵ دارای ارزش بالا در این ارتباط است و زیرواحدهای ۱۶+۱۳ و ۱۸+۱۷

در جایگاه ژنی *Glu*-B1 مهم‌ترین آلل‌ها در ارتباط با ارتفاع رسوب SDS هستند. آلل‌های موجود در جایگاه ژنی *Glu*-A1 تأثیری بر حجم رسوب SDS نداشتند.

آزمون رسوب SDS که معرف استحکام گلوتن است (Kavacs *et al.*, 1994) کیفیت پخت را تحت تأثیر قرار می‌دهد و اثر استحکام گلوتن بر کیفیت پخت بیش از اثر محتوای پروتئین گزارش شده است. میزان ارتفاع رسوب SDS نیز با شاخص پخت ارتباط دارد.

بحرائی (Bahraei, 2000) خواص کیفی و خلوص ژنتیکی تعدادی از ارقام و لاین‌های گندم دوروم را با استفاده از زیرواحدهای گلوتنین‌های سنگین مورد مطالعه قرار داد و نتیجه گرفت که با استفاده از نشانگرهای پروتئین ذخیره بذر می‌توان کیفیت آرد ژنوتیپ‌های مختلف را تعیین کرد.

در ایران هر چند که بررسی‌هائی در مورد کیفیت ارقام گندم نان انجام شده است (Bahraei, 2003؛ Haghparast *et al.*, 2009)، ولی هنوز اطلاعات کافی در این زمینه ناچیز است.

هدف از این تحقیق، مطالعه زیرواحدهای سنگین گلوتنین لاین‌های پیشرفته گندم آبی مناطق معتدل کشور و به دست آوردن رابطه این زیرواحدها با کیفیت نانوایی گندم (ارتفاع رسوب SDS) بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی شامل ۵۷ لاین پیشرفته گندم آبی انتخاب شده از آزمایش‌های به نژادی گندم مناطق معتدل کشور بودند. ژنوتیپ‌ها در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ در آزمایش مقایسه عملکرد لاین‌های پیشرفته گندم (ARWYT)، در ایستگاه‌های مناطق معتدل کشور کاشته شدند. از ارقام امید (۱۲+۲، ۸+۷، نول)، مرودشت (۱۲+۲، ۸+۷، *۲) و گلستان (۱۰+۵، ۱۸+۱۷، نول) به عنوان ارقام استاندارد جهت شناسایی زیرواحدهای گلوتنین سنگین استفاده شد. باندهای دیگر نیز با توجه به حرکت نسبی آن‌ها نسبت به باندهای فوق شناسایی شدند.

استخراج پروتئین‌ها و الکتروفورز با استفاده از روش SDS-PAGE پیشنهاد شده توسط Fullington *et al.*, (1983) انجام شد. برای دقت در تشخیص زیرواحدهای گلوتنین، الگوهای الکتروفورزی لاین‌ها چهار بار (چهار بذر از هر لاین) تکرار شد. در ژل تحتانی ۱۰٪ بعضی از زیرواحدها مانند زیر واحد های ۲ و *۲ که تحرک نسبی مشابه دارند و به خوبی از هم جدا نمی‌شوند، برای اطمینان در تشخیص این زیرواحدها از ژل رقیق‌تر ۷/۵٪ استفاده شد. از آزمایش حجم رسوبSDS (Quick and Donnelly, 1980) برای تعیین کیفیت نانوایی در سه تکرار استفاده شد. تجزیه همبستگی و رگرسیون گام به گام بین زیرواحدهای سنگین گلوتنین و کیفیت نانوایی (آزمایش حجم رسوب SDS)، از روش Lapin (1990) انجام شد. حضور و عدم حضور هر آلل در زیرواحدهای گلوتنین به ترتیب با

اعداد یک و صفر در هر نمونه مشخص و تجزیه همبستگی و رگرسیون با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای بررسی اثر مکان‌های ژنی گلوتنین با وزن مولکولی بالا بر روی صفات کیفیت نانوایی، تجزیه واریانس یک طرفه با تکرار نامساوی با استفاده از گزینه PROC GLM در نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

شماره و پدیگری لاین‌ها و ارقام آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است.

وضعیت زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا

در پژوهش انجام شده نوع، تعداد و فراوانی زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا در ارقام و لاین‌های مورد مطالعه شناسایی شدند. در مکان ژنی *Glu*-A1 مجموعاً سه آلل (۱، *۲ و نول) شناسایی شدند. آلل نول بیشترین فراوانی داشت و زیرواحد *۲ دارای کمترین فراوانی در بین لاین‌های مورد آزمایش بود.در مکان ژنی *Glu*-B1، پنج زیرواحد (۷، ۸+۷، ۹+۷، ۱۶+۱۳ و ۱۸+۱۷) مشاهده شد. زیرواحد ۸+۷ بیشترین فراوانی و زیرواحد ۷ کمترین فراوانی را داشتند. در مکان *Glu*-D1 دو زیرواحد (۱۲+۲ و ۱۰+۵) شناسایی شد و فراوانی زیرواحد ۱۲+۲ بیشتر از زیرواحد ۱۰+۵ بود (جدول ۲ و شکل‌های ۱ و ۲).

در این پژوهش آلل‌های نول، ۸+۷ و ۱۲+۲ به ترتیب با فراوانی‌های ۰/۴۶۵، ۰/۴۸۳ و ۰/۷۰۷، بالاترین تعداد مشاهدات را در مکان‌های ژنی سه‌گانه داشتند.

همبستگی بین زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا و ارتفاع رسوب SDS

در مکان ژنی *Glu*-A1، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین زیرواحد (باند) ۱ و ارتفاع رسوب SDS بالا وجود داشت (جدول ۳). با حضور این زیرواحد در مکان ژنی فوق پروتئین‌های بذر، ارتفاع رسوب بالا رفته و این زیرواحد بر روی کیفیت نانوایی گندم اثر مثبت دارد. این نتیجه که در مکان ژنی *Glu*-A1، وجود زیرواحد ۱ باعث افزایش ارتفاع رسوب SDS شده، با نتایج Payne *et al.* (1984)، Rodriguez and Carrilo (1994) و Strohm *et al.* (1996) مطابقت دارد.

در مکان ژنی *Glu*-B1، زیرواحدهای ۹+۷ همبستگی منفی و معنی‌داری با ارتفاع رسوب SDS به دست آمد، بنابراین وجود این زیرواحد باعث کاهش کیفیت نانوایی می‌شود. بین زیرواحد ۱۸+۱۷ و ارتفاع رسوب همبستگی مثبت و معنی‌داری به دست آمد که نشان می‌دهد وجود این زیرواحد، باعث بهبود کیفیت نانوایی در گندم می‌شود. نتایج تحقیقات Gupta *et al.* (1995)، Payne and Lawrece (1983) و Mirali *et al.* (1999) نیز نشان داد که در مکان ژنی *Glu*-B1، زیرواحدهای ۱۶+۱۳ و ۱۸+۱۷ تأثیر مثبت بر روی ارتفاع رسوب SDS و.

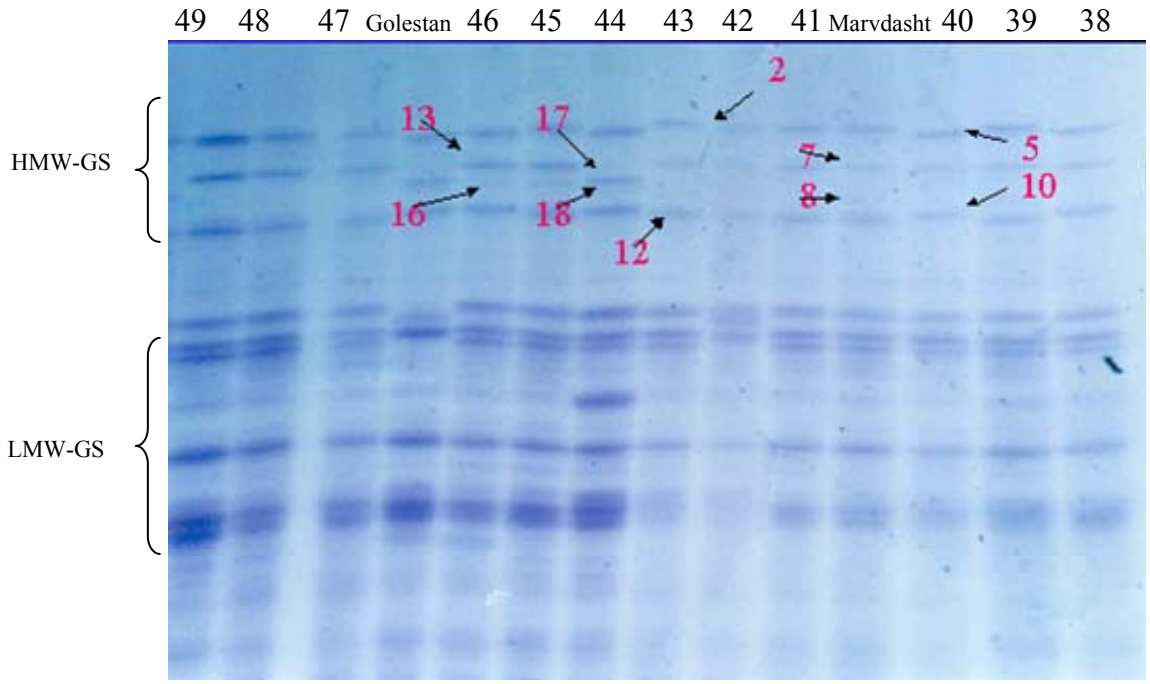
جدول ۱- پدیگری ارقام و لاین‌های گندم نان استفاده شده در آزمایش

Table 1. Pedigree of bread wheat cultivars and lines used in the experiment

Line no.	Pedigree
1	Marvdasht (Check)
2	Flt/Tjn
3	Flt//Maya"S"/Nac
4	1-61-12/Tjn
5	Azd//Tob/Chb/3/MV 16
6	Bow"S"/Nkt"s"//Mrn
7	F12.71/Coc//Seri/3/Arvand/Glennson
8	Opata*2/Wulp"S"//Zrn
9	T.Aest/5/Ti/4/La/3/Fr/Kad//Gb/6/;F13471/Crow"
10	Ures 81//HD 2206/Hork"S"/3/Tbs//Flt
11	Ures 81//HD 2206/Hork"s"/3/1-67-78
12	Ures 81//HD 2206/Hork"s"/3/1-67-78
13	Fln/Acc//Ana/3/Pew"S"/4/F12.71/;Coc//Cno 79
14	M-70-4/5/Ures/3/Gov/Az//Mus/4/Sara
15	M-70-4/5/Ures/3/Gov/Az//Mus/4/Sara
16	Nik.N/5/Qt/Ravi66//Mxp65/3/Rsh/4/Za75
17	Nik.N/3/Kjl/Maya"S"/Mon"S"
18	Mhdv/HD 2380
19	M-70-13/Kauz"S"
20	1-70-17/T.AestxTi(La(Fr-KadxGb)^2
21	ID 1301/Mlt"S"//MV 16
22	Alvd/MV 17
23	Alvd/MV 17
24	GK.Zombor/Attila
25	CHAM-6/4/Sissonais/Depres//Cal/Hu/3/Ald"S"
26	TOW"S"/PEW"S"//Shi#4414/Crow"S"
27	Cham-6//Seri*3/Buc
28	Flt/5/Rbs/Anza/3/Kvz/Hys//Ymh/Tob/4/Bow"S"
29	Rasul//Omid/Alamo
30	Hirmand/Attila
31	Hirmand/Attila
32	Hirmand/Attila
33	Hirmand/Mahdavi
34	Kavko/Ald"S"//Azd
35	Hahn"S"//Mjl/Lira//Rsh2
36	Hahn"S"//Mjl/Lira//Rsh2
37	Hahn"S"//Mjl/Lira//Rsh2
38	Hahn"S"//Mjl/Lira//Rsh2
39	Hahn"S"//Mjl/Lira//Rsh2
40	Bb/Cll//Cj71/3/T.aest//Kall/Bb/4/Azd
41	Bez//Tob/8156/4/On/3/6*th../5/Azd
42	Hmd/6/Ti/Pch/5/Mt484
43	Sonalika/Aurifen//Bow"S"/Atilla
44	Sonalika/Aurifen//Bow"S"/Atilla
45	F12-71/Coc//Seri/3/Ures81/Hd...
46	Ald"S"/Snb"S"/Bow"S"/Nkt
47	Ures 81//HD2206//Hork"S"/3/Lorin24/Coc75
48	Azd//Vee#1//V-83035
49	Azd//Vee#1//V-83035
50	Azd/Vee#1//Id13-11Mlt
51	Azd//Hd2172/5/Ti/4/La/3/Fr//Kad.Gb
52	Azd//Hd2172/5/Ti/4/La/3/Fr//Kad.Gb
53	V-83035/1-67-72
54	Ald"S"/Snb"S"//PK 15841
55	IRENA/KAUZ
56	CHAM 4/SHUHA'S'
57	KAUZ/LUCO-M//PVN/STAR CMBW90M4977-OTOPY-87M...
58	CBRD/KAUZ CMBW90M2494-14M-010M-010Y-…

ژنوتیپ‌هائی که پدیگری مشابهی دارند لاین‌های خواهر هستند.

Getotypes with similar pedigrees are sister lines.

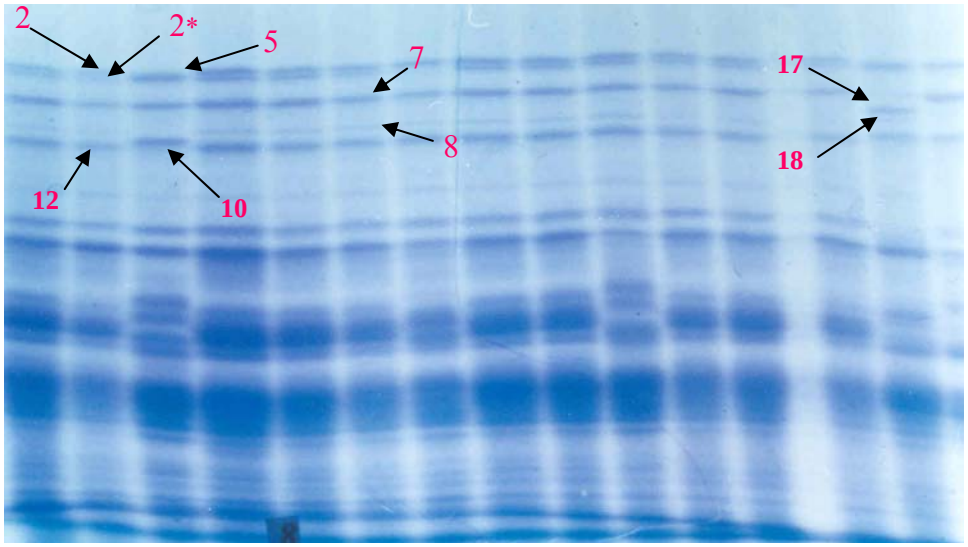


شکل ۱- الکتروفورگرام بعضی از ارقام و لاین‌های گندم نان به روش SDS-PAGE روی ژل ۱۰٪

اعداد بالای ژل شماره لاین‌ها را نشان می‌دهد (ارقام استاندارد: مرودشت، گلستان، امید؛ به جدول ۱ مراجعه شود).

Fig. 1. Electroforgram of bread wheat cultivars and lines with SDS-PAGE method on 10% gel

Numbers above the gel shows line no. (see Table 1; Standard cultivars: Marvdasht, Golestan, Omid).



شکل۲- الکتروفورگرام بعضی از ارقام و لاین‌های گندم نان به روش SDS-PAGE بر روی ژل ۷/۵٪ برای تشخیص باندهای ۲ و *۲

Fig. 2. Electroforgram of bread wheat cultivars and lines with SDS-PAGE method on 7.5% gel for identification of 2 and 2* bands

جدول ۲- نوع، تعداد و فراوانی نسبی زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا در ارقام و لاین‌های گندم نان

Table 1. Type, number and frequency of high molecular weight glutenin subunits in bread wheat cultivars and lines

جایگاه ژنی Gene loci	شماره آلل Allele no.	آلل Allele	تعداد Number	فراوانی نسبی Frequency
Glu-A1	1	1	8	0.139
	2	2*	23	0.396
	3	null	27	0.465
Glu-B1	1	7	2	0.034
	2	7+8	28	0.483
	3	7+9	17	0.293
	4	13+16	2	0.034
	5	17+18	9	0.156
Glu-D1	1	2+12	41	0.707
	2	5+10	17	0.293

صفات کیفیت دارند (جدول ۳) در مکان ژنی *Glu*-D1 بین زیرواحد ۲+۱۲ و ارتفاع رسوب همبستگی منفی و معنی‌داری دیده شد. بنابراین وجود این زیرواحد باعث کاهش ارتفاع رسوب می‌شود، اما زیرواحد ۵+۱۰ تأثیر مثبت و معنی‌داری بر روی ارتفاع رسوب SDS داشت و وجود این زیرواحد باعث افزایش ارتفاع رسوب SDS شد. تحقیقات محققین مختلف از جمله Rodriguez and Carrilo (1994)، Mirali *et al.* (1999) و Weegels *et al.* (1996) نشان می‌دهد که زیرواحد ۵+۱۰ باعث افزایش ارتفاع رسوب SDS و زیرواحد ۲+۱۲ باعث کاهش آن می‌شود. Gupta *et al.* (1995) تأثیر مثبت زیرواحد ۵+۱۰ روی افزایش مقاومت خمیر، Rogers *et al.* (1991) تأثیر مثبت زیرواحد ۵+۱۰ روی خواص کیفی و Jones and Cadle (1997) نقش مثبت آن زیرواحد روی کیفیت نهایی آرد را گزارش کرده‌اند.

برای تعیین اثر زیرواحدهای سنگین گلوتنین (انفرادی یا گروهی) بر ارتفاع رسوب SDS از تجزیه رگرسیون چند متغیره خطی استفاده شد. بر این اساس در چهار مرحله و در هر مرحله یک مدل تکامل یافته‌تر برای اثر زیرواحدها بر روی ارتفاع رسوب به دست آمد. در مدل چهارم اثر زیرواحدهای ۲+۱۲، نول، ۱۸+۱۷ و ۱۶+۱۳ مشخص شد. در این مدل b_1 برابر ۱۳/۲۰۵-، b_2 برابر ۱۰/۱۴۳-، b_3 برابر ۱۰/۹۹۷، b_4 برابر ۱۰/۶۲۱ و عرض از مبدأ برابر ۴۶/۵۵۲ به دست آمد. همچنین R2 تصحیح شده در این مدل برابر ۰/۶۶۵ بود و بر اساس این مدل ۶۶/۵٪ از تغییرات ارتفاع رسوب SDS توسط زیرواحدهای فوق توجیه شد. می‌توان نتیجه گرفت که ۳۳/۵٪ از تغییرات می‌تواند توسط عوامل دیگری مانند زیرواحدهای L.M.W.، گلیادین‌ها یا سایر عوامل توجیه شود،

جدول۳- همبستگی بین زیرواحدهای گلوتنین سنگین و ارتفاع رسوب SDS

Table 3. Correlation between HMW glutenin subunits and SDS – Sedimentation

زیرواحد Subunit	1	2*	Null	7	7+8	7+9	13+16	17+18	2+12	5+10
ارتفاع رسوب SDS-sedimentation	0.31*	0.01	-0.22	0.06	-0.18	-0.26*	0.24	0.42*	-0.42*	0.46*

*: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ * : Significant at 5% level.

جدول ۴- میانگین مربعات (MS) و R^2 مدل تجزیه واریانس برای ارتفاع رسوب SDS

Table 4. Mean squares and R^2 of variance analysis model for SDS - Sedimentation

S.O.V.	df.	M.S.
Model	15	229.486**
***Glu*-A1**	2	237.557**
***Glu*-B1**	4	341.982**
***Glu*-D1**	1	1334.735**
***Glu*-A1*Glu-B1**	5	49.232 ns
***Glu*-A1*Glu-D1**	2	2.970 ns
***Glu*-B1*Glu-D1**	1	2.970 ns
Error	42	23.237
C.V.% = 13.994		
R^2 =0.779		

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ .

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively .

بنابراین می‌توان رابطه زیر را برای این مدل در نظر گرفت:

$$\hat{Y} = ۴۶/۵۵۲ - ۱۳/۲۰۵_{(۲+۱۲)} - ۱۰/۱۴۳_{(نول)} + ۱۰/۹۹۷_{(۱۷+۱۸)} + ۱۰/۶۲۱_{(۱۳+۱۶)}$$

همان طوری که مشاهده می‌شود برای ارتفاع رسوب SDS، آلل‌های ۱۸+۱۷ و ۱۶+۱۳ با تأثیر مثبت و آلل‌های نول و ۱۲+۲ با تأثیر منفی در مدل قرار گرفتند. بنابراین چون این مدل بیشترین تغییرات را توجیه می‌کند، به عنوان بهترین مدل در رابطه با آلل‌های مذکور معرفی می‌شود.

این یافته‌ها با نتایج بررسی محققین دیگر و همچنین نتایج همبستگی که در بالا اشاره شده مطابقت دارد و تأثیر مثبت زیرواحدهای ۱۸+۱۷ و ۱۶+۱۳ و تأثیر منفی زیرواحدهای ۱۲+۲ و آلل نول را بر روی ارتفاع رسوب SDS نشان

جدول ۵- مقایسه میانگین سه مکان ژنی برای ارتفاع رسوب SDS

Table 5. Mean comparison of three gene loci for SDS – Sedimentation

مکان ژنی Loci genic	آلل Allele	میانگین Means	گروه Groups
Glu-A1	1	41.25	A
	2*	34.69	B
	Null	32.48	B
Glu-B1	13+16	45.50	A
	17+18	43.11	AB
	7	37.50	BC
	7+8	32.96	C
	7+9	31.06	C
Glu-D1	5+10	40.76	A
	2+12	32.00	B

می دهد.

تعیین ارتفاع رسوب SDS در هر یک از ارقام گندم مورد مطالعه بر اساس زیرواحدهای موجود در مدل انجام می‌شود.به عنوان مثال اگر ژنوتیپی دارای آلل نول در مکان ژنی *Glu*-A1 آلل ۱۸+۱۷ و در مکان ژنی *Glu*-B1 باشد برآورد ارتفاع رسوب آن برابراست با:

$\hat{Y}$=۴۶/۵۵۲–۱۰ ۱۴۳ + ۱۰/۹۹۷ = ۴۷/۴۰۶

برای تجزیه واریانس زیرواحدهای گلوتنین و ارتفاع رسوب SDS، مکان‌های ژنی به عنوان فاکتور اصلی و آلل‌های هر مکان به عنوان سطوح آن فاکتور در نظر گرفته شد. این آزمون برای اثر اصلی معنی‌دار بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در هر مکان ژنی، حداقل بین دو زیرواحد از نظر تأثیر بر ارتفاع رسوب SDS اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۴).

برای درک بهتر اثر آلل‌ها، آزمون دانکن برای مقاله زیرواحدهای مختلف هر مکان ژنی انجام شد (جدول ۵).

در مکان ژنی *Glu*-A1 زیرواحد ۱ بالاترین میانگین ارتفاع رسوب SDS را داشت و اختلاف معنی‌داری با زیرواحد *۲ و آلل نول نشان داد، بنابراین در این مکان ژنی اثر مثبت زیرواحد ۱ بر ارتفاع رسوب SDS از دو زیرواحد دیگر بیشتر بود.

در مکان ژنی *Glu*-B1 زیرواحدهای ۱۶+۱۳ بالاترین میانگین ارتفاع رسوب را داشت ولی اختلاف معنی‌دار با زیرواحدهای ۱۸+۱۷ نداشت. زیرواحدهای ۹+۷ دارای پایین‌ترین ارتفاع رسوب SDS بودند و با زیرواحدهای ۷ و ۸+۷ تفاوت معنی‌دار نداشتند و در یک گروه قرار گرفتند. این امر نشان می‌دهد که زیرواحدهای ۱۶+۱۳ و ۱۸+۱۷ باعث افزایش ارتفاع رسوب SDS و زیرواحدهای ۹+۷، ۸+۷ و ۷ باعث کاهش ارتفاع رسوب می‌شوند. Gupta *et al.* (1995) زیرواحدهای ۱۸+۱۷،

Branlard and Dardivet (1985) زیرواحدهای ۱۶+۱۳ و ۱۸+۱۷ را مهم و Payne *et al.* (1983) بیشترین امتیاز را در مکان ژنی *Glu*-B1 برای زیرواحدهای ۱۸+۱۷ و ۱۶+۱۳ در نظر گرفته‌اند. این یافته‌ها با نتایج همبستگی بین زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا و حجم رسوب SDS نیز مطابقت دارد.

در مکان ژنی *Glu*-D1 زیرواحدهای ۱۰+۵ میانگین ارتفاع رسوب بالاتری نسبت به زیرواحدهای ۱۲+۲ داشتند. این امر نشان‌دهنده تأثیر مثبت این زیرواحد بر روی ارتفاع رسوب بوده و وجود این زیرواحد در گندم باعث افزایش ارتفاع رسوب SDS می‌شود. Weegels *et al.* (1996) و Mirali *et al.* (1999) نشان دادند که زیرواحدهای ۱۰+۵ نسبت به زیرواحدهای ۱۲+۲ دارای میانگین ارتفاع رسوب SDS بالاتری هستند. ضریب همبستگی زیرواحدهای ۱۰+۵ با ارتفاع رسوب SDS نیز مثبت و معنی‌دار شده بود که مؤید مطلب فوق است.

با توجه به نتایج این تحقیق، داشتن آگاهی از وضعیت زیرواحدهای گلوتنین با وزن مولکولی بالا در والدین و انتخاب والدین واجد زیرواحدهای مورد نظر جهت برنامه‌های به‌نژادی گندم و نیز انتخاب نتاج در نسل‌های در حال تفکیک بر اساس زیرواحدهای فوق، به عنوان مارکرهای بیوشیمیایی که از نظر کیفیت نانوایی مطلوب باشند ما را جهت به دست آوردن نتاج با کیفیت نانوایی بالا یاری می‌کند و به دست آوردن نتاج با کیفیت نانوایی بالا و زیر کشت بردن آن‌ها به جای ارقام موجود باعث کاهش ضایعات نان شده و از واردات بیشتر گندم جلوگیری می کند.

References

Anonymous 2000. Agriculture Statistical Newsletter. Jihad-e-Agriculture Ministry, Tehran, Iran. (in Farsi).

Bahraei, S. 2000. Study of durum wheat for flour quality characteristics and genetic homogeneity, using seed storage protein markers. Seed and Plant 16: 192-209 (in Farsi).

Bahraei, S. 2003. Cultivar identification and determination of genetic similarity of some bread wheat cultivars grown in Iran based on gliadin formulae. Seed and Plant 19: 383-400 (in Farsi).

Branlard, G., and Dardivet, M. 1985. Diversity of grain protein and bread wheat quality. Cereal Sciense 3: 345-354.

Fullington, J. G., Cole, E. W., and Kasarda, D. 1983. Quantitative SDS-PAGE of total proteins from different wheat varieties: effect of protein contact. Cereal Chemistry 60: 65-70.

Gupta, R. B., Khan, K., and Macritche, F. 1995. Biochemical basis of flour properties in bread wheats. Cereal Chemistry 18: 23-41.

Haghparast, R., Rajabi, R., Najafian, G., Rashmekarim, K., and Aghaee Sarbarzeh, M. 2009. Evaluation of indices related to grain quality in advanced bread wheat genotypes under rainfed conditions. Seed and Plant Improvement Journal 25-1: 315-328 (in Farsi).

Jones, S., S. and Cadle, M. 1997. Effect of variation at *Glu*-D1 on club wheat end-use quality. Plant Breeding 116: 69-72.

Kavacs, M. I. P., Dahlke, G., and Noll, S. 1994. Gluten visco elasticity: its usefulness in the Canadian durum wheat breeding program. Cereal Science 19: 251-257.

Lapin, L. L. 1990. Probability and Statistic for Modern Engineering 2nd . PWK-Kent, Boston.

Mirali, N., Arabi, M. I. E., and Safadi, B. 1999. High molecular weight glutenin subunits composition of Syrian grown bread wheat and its relationships with gluten strength. Genetics and Breeding 53: 237-245.

Payne, P. I., Holt, L. M., Jackson, E. A., and Low, C. N. 1984. Wheat storage proteins: their genetics and their potential for manipulation by plant breeding. Philos. Trans. R. Soc. London, ser B, 304: 359-371.

Payne, P. I., and Lawrece, J. 1983. Catalogue of alleles for the complex gene loci *Glu*-B1 and *Glu*-D1 which code for high molecular weight subunits of glutenin in hexaploid wheat. Cereal Research Communications 11: 29-35.

Quick, J. S., and Donnelly, B. J. 1980. A rapid test for estimating durum wheat gluten quality. Crop Science 20: 816-818.

Rodriguez, Q. M., and Carrilo, J. 1994. Relationship between high molecular weight glutenin subunits and gluten strength in Spanish landraces of *Triticum aestivum*. Investigacion-Agraria, Production-Y-Proteccion-Vegetals 9: 327-339.

Rogers, W. J., Payne, P. I., Seekings, J. A., and Sayers, E. J. 1991. Effect on bread making quality of x-type and y-type high molecular weight subunits of glutenin. Cereal Science 14: 209-221.

Strohm, T. S., Paynet, P. I., and Salovaara, H. 1996. Effects of allelic variation of glutenin subunits and gliadins on baking quality in the progeny of two biotypes of bread wheat cv. Ulla. Creal Science 24: 115-124.

Weegels, P. L., Hamer, R. J., and Schofield J. D. 1996. Functional properties of wheat glutenin. Cereal Science 23: 1-17.