

شناسائی ارقام و تعیین تشابه ژنتیکی تعدادی از ارقام گندم نان رایج ایران
بر اساس فرمول گلیادین‌ها
Cultivar Identification and Determination of Genetic Similarity of some
Bread Wheat Cultivars Grown in Iran Based on Gliadin Formulae

صدیقه بحرانی

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۸۱/۹/۱۲

چکیده

بحرانی، ص. ۱۳۸۲. شناسائی ارقام و تعیین تشابه ژنتیکی تعدادی از ارقام گندم نان رایج ایران بر اساس فرمول گلیادین‌ها. نهال و بذر ۱۹: ۳۸۳-۴۰۰.

جداسازی الکتروفورزی گلیادین‌ها با استفاده از روش Acid-PAGE بر روی چهل و سه لاین امیدبخش و رقم از گندم‌های نان ایران انجام شد. فرمول گلیادین‌ها بر اساس تحرک و شدت نسبی باندهای پروتئینی در گندم‌های نان مورد بررسی تعیین گردید. مجموعاً ۵۸ جزء پروتئینی با تحرک‌های نسبی متفاوت و ۵۳ الکتروفورگرام در ۴۳ گندم نان تشخیص داده شد. تخمین تشابه ژنتیکی بین گندم‌های نان مورد مطالعه با استفاده از ضریب تطابق ساده (Simple matching coefficient: SM)، محدوده ضرایب تشابه را بین ۰/۴۵-۰/۹۸ نشان داد. کلیه گندم‌های نان مورد بررسی دارای الکتروفورگرام گلیادینی متمایز و قابل تفکیک از یکدیگر بودند. از ۴۳ گندم نان مورد بررسی هفت رقم هتروژن بوده و بین دو تا سه بیوتیپ گلیادینی نشان دادند. تفاوت بیوتیپ‌ها از اختلاف در سه جزء پروتئینی در یک ناحیه تا اختلاف در چندین جزء در نواحی مختلف تحرک الکتروفورزی متغیر بود. نتایج این بررسی نقش نشانگرهای گلیادینی را به عنوان اثر انگشت (Fingerprint) هر رقم در شناسائی، تشخیص خلوص و وجود بیوتیپ‌ها در ارقام گندم تأیید می‌کند. به علاوه برای اولین بار کاتالوگ الکتروفورگرام گلیادین‌ها در برخی از گندم‌های رایج ایران تهیه گردید. دستاوردهای این تحقیق امکان بررسی همبستگی بین اجزای گلیادین‌ها را با سایر صفات مورفولوژیک و زراعی فراهم ساخته و می‌تواند کاربرد مفیدی در برنامه‌های به نژادی گندم کشور داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، اثر انگشت، الکتروفورگرام گلیادین‌ها، بیوتیپ، تشابه ژنتیکی، تحرک نسبی، شدت نسبی.

مقدمه

امروزه ارزیابی ارقام و خلوص آن‌ها با استفاده از شاخص‌های پروتئینی امکان دستیابی به اطلاعات دقیق‌تری را فراهم نموده است. پروتئین‌ها به عنوان محصولات اولیه بروز ژنوم بوده و مکان‌های ژنی کنترل‌کننده آن‌ها به بهترین وجهی منعکس‌کننده تخصصی بودن سیستم‌های ژنتیکی می‌باشند. لذا باید به عنوان شاخص‌های مؤثر برای تعیین ژنوتیپ‌ها و همچنین در ارزیابی ساختمان ژنتیکی گونه‌ها و ارقام به کار برده شوند (Konarev et al., 1996). پلی مورفیسم پروتئین‌ها که تحت کنترل آللی ایجاد شده است به خوبی می‌تواند توسط روش الکتروفورز نمایان و قابل شناسایی گردد. در بین پروتئین‌های مختلف، پروتئین‌های ذخیره بذر و در بین این گروه گلیادین‌ها با سطح بالای تنوع، سهولت استخراج و تجزیه الکتروفورزی به اجزاء تشکیل دهنده خود به عنوان بهترین نشانگر پروتئینی برای شناسائی ارقام، تشخیص بیوتیپ‌ها و خلوص در درون ارقام گندم شناخته شده‌اند (Sozinov and Popereya, 1979; Wrigley and Shepherd, 1973; Knezevic et al., 1998; Cooke, 1992).

گلیادین‌ها پروتئین‌های مونومر محلول در الکل، در pH اسیدی بر اساس تحرک الکتروفورزی خود به گلیادین‌های α ، β ، γ و ω تقسیم شده که هر یک از این گروه‌ها

خود شامل چندین بساوند هستند (Bushuk and Zillman, 1978).

بررسی‌های ژنتیکی روشن ساخته است که گلیادین‌ها در مکان‌های ژنی پیچیده‌ای که شامل چندین ژن بوده، ولی به صورت ژن‌های واحد عمل می‌کنند (Mecham et al., 1978) کنترل می‌شوند. پروتئین‌هایی که توسط این دسته‌های ژنی کنترل می‌شوند blocks نامیده می‌شوند (Sozinov and Popereya, 1980). شکل‌های چند آللی این بلوک‌ها توسط محققین مختلف تعیین گردیده است (Sozinov and Popereya, 1982; Metakovsky et al., 1984).

ژن‌های کنترل‌کننده امگا گلیادین‌ها و بعضی از گاما گلیادین‌ها بر روی بازوی کوتاه گروه یک کروموزوم‌های هومولوگ (Homoeologous) در مکان ژنی *Gli-1* قرار دارند. گلیادین‌های آلفا و بتا و بعضی از گاما گلیادین‌ها توسط ژن‌های بر روی کروموزوم‌های هومولوگ گروه شش در مکان‌های ژنی *Gli-2* کنترل می‌شوند. بعضی از امگا گلیادین‌ها نیز توسط ژن‌هایی نزدیک به مکان ژنی *Gli-1* کنترل شده که *Gli-A4*، *Gli-A5* و *Gli-B3* نامیده می‌شوند (Metakovsky et al., 1997a).

تا کنون سیستم‌های نامگذاری مختلفی توسط محققین کشورهای مختلف برای تفسیر الکتروفورگرام گلیادین‌ها و تهیه کاتالوگ ارقام

مطالعه اجزاء گلیادین‌ها در گندم علاوه بر اطلاعات مفیدی که در مورد شناسایی ارقام و چگونگی خلوص آن‌ها فراهم می‌کند، با توجه به نقش این پروتئین‌ها در کیفیت آرد و پخت نان (Sozinov *et al.*, 1974; Branlard and Dardevet, 1994; Metakovsky *et al.*, 1997b; Branlard *et al.*, 2001) به عنوان شاخص‌های کیفیت نیز در برنامه‌های اصلاحی این محصول کاربرد مفید دارد. همچنین همبستگی بین تنوع آللی اجزای گلیادین‌ها با بعضی از صفات مورفولوژیک و زراعی در گندم‌های زراعی گزارش شده است (Sozinov, 2001).

این تحقیق به منظور تعیین فرمول گلیادین‌ها جهت شناسایی، تشخیص خلوص و وجود بیوتیپ‌ها در لاین‌های پیشرفته و ارقام زیر کشت ایران و استفاده از این اطلاعات در برنامه‌های به‌نژادی گندم‌های ایران اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

چهل وسه لاین امیدبخش و رقم تجاری از گندم‌های نان رایج در چهار اقلیم کشور در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند. جدول ۱ شجره و مناطق کشت نمونه‌های مورد مطالعه را نشان می‌دهد. گلیادین‌ها از نیم بذرهای بدون جنین با استفاده از دی‌متیل فورمامید (Dimethylformamide-DMF) $1/5$ مولار استخراج شدند. از هر لاین و رقم ۱۲ بذر از ۳ تا ۴ سنبله استفاده شد (در صورت مشاهده

گندم استفاده شده است. علیرغم تنوع زیادی که در این روش‌ها وجود دارد، به طور کلی می‌توان آن‌ها را در دو گروه اصلی دسته‌بندی نمود. گروه اول شامل روش‌هایی هستند که در آن‌ها تک تک اجزاء گلیادین‌ها در الکتروفورگرام نامگذاری می‌شوند (Autran and Bourdet, 1975; Bushuk and Zillman, 1978; Konarev *et al.*, 1979). در گروه دوم الکتروفورگرام گلیادین‌ها بر اساس بلوک‌های آللی تفسیر می‌شود. روش اخیر توسط محققین روسی (Sozinov and Popereya, 1980; Metakovsky *et al.*, 1984) پیشنهاد شده است. این روش در بررسی‌های ژنتیکی و اصلاح گیاهان بیشتر از شناسایی‌های معمول ارقام مؤثر بوده و کاربرد دارد.

اخیراً (UPOV International Union for the Protection of new Varieties of Plants) یک سیستم تفسیر اجزاء گلیادین‌ها را بر اساس تحرک نسبی الکتروفورزی (Relative Electrophoretic Mobility: REM) پیشنهاد کرده است که یکی از روش‌های مورد تأیید (International Seed Testing Association) ISTA است (Cooke, 1992). در این روش فرمول گلیادین‌های ارقام مختلف فقط بر اساس حضور باندهای مشخص و در مقایسه با گندم نان استاندارد آپولو (Apollo)، تعیین می‌شوند (Cooke, 1992).

جدول ۱- اطلاعات در مورد شجره، سال معرفی و مناطق زیر کشت ۴۳ گندم نان مورد بررسی

Table 1. Information on pedigree, release year and growing regions of 43 bread wheat cultivars

نام لاین / رقم Cultivar/ Line name	سال معرفی Released Year	منطقه اقلیمی Climatic zone	شجره یا منشاء Pedigree/ Origin
Sardari سرداری	Old c.v.	بسیار قدیمی	4 Landrace from Kordestan. Iran
Omid امید	1956	۱۳۳۵	4 Landrace from Savbeh, Iran
Roshan روشن	1958	۱۳۳۷	3 Landrace from Esfahan, Iran
Chenab چناب	1964	۱۳۴۳	2 Introduction from Pakistan
Inia 66 اینیا ۶۶	1968	۱۳۴۷	1 Lr64/ sn64
Bezostaya 1 بزوستایا ۱	1969	۱۳۴۸	4 Introduction from Russia
Arvand 1 اروند ۱	1972	۱۳۵۱	2 Rsh (Mt-Ky*My48)
Karaj 1 کرج ۱	1973	۱۳۵۲	3 (200H*Vfn)Rsh
Karaj 2 کرج ۲	1973	۱۳۵۲	3 (Fa*Mxp/Son64*Tzpp-Y54)Nai60
Karaj 3 کرج ۳	1977	۱۳۵۵	3 (Drc*Mxp/Son64*Tzpp-Y54)Nai60
Bayat بیات	1979	۱۳۵۷	2 (C271*Wte-Son64)*CIR
Alborz البرز	1979	۱۳۵۷	1 Fn-Md*K117A/Cofn2(Son64-K1.Rend/Cno "S" LR642-Son-64) cm-2182-
Azadi آزادی	1980	۱۳۵۹	3 (4820*1-32-15409)*Mexp
Kaveh کاوه	1980	۱۳۵۹	1 Fta-P1
Sabalan سیلان	1981	۱۳۶۰	2 (908*FnA12)*1-32-4382
Golestan گلستان	1986	۱۳۶۵	1 Alondra "S"
Quds قدس	1989	۱۳۶۸	3 Rsh/5Wt/Nor10/K54*2//Fn/3/Ptr/6/Omid//Kal/Bb
Navid نوید	1990	۱۳۶۹	4 (Kirkpinar 79)63-112/66-2*7C
Falat فلات	1990	۱۳۶۹	1 Kvz/Buho "S"//Kal/Bb=Scri82
Hirmand هیرمند	1991	۱۳۷۰	2 Byt/4/Jar//Cfn/Sr70/3Jup"S"
Alvand الوند	1995	۱۳۷۴	4 1-27-6275/CF1770
Alamoot الموت	1995	۱۳۷۴	4 KAVZ/T171/3/MAYA"S"//Bb//INIA/4/Kj2/5/ANZA/31Pi/ Ndr//11ys
Mahdavi مهدوی	1995	۱۳۷۴	3 TI/PCH/5MT48/3/WI*/Nar59/TOTA63/4/MUS
Zarrin زرین	1995	۱۳۷۴	4 PK-15841
Darab 2 داراب ۲	1995	۱۳۷۴	2 Maya"S"/Nac
Tajan تاجن	1995	۱۳۷۴	1 Bow"S"/NK1"S"CM67428-GM-LR-5M-3R-LB-Y
Atrak اترک	1995	۱۳۷۴	1 Kauz"S"
Niknejad نیک‌نژاد	1995	۱۳۷۴	3 F13471/Crow"S"
Star استار	1995	۱۳۷۴	2 Star"S"
Chamran چمران	1997	۱۳۷۶	2 Attila, CM85836-50Y-OM-OY-3M-OY
Shiroodi شیروودی	1997	۱۳۷۶	1 Attila, CM85836-4Y-OM-OY-8M-OY-OPZ
Kavir کویر	1997	۱۳۷۶	3 Stn/3/Kal//V534/Jit716
Azar 2 آذر ۲	1997	۱۳۷۶	4 Kvz/Tr71/3/Maya"S"//Bb//Inia/4/Sefid
Marydasht مرودشت	1999	۱۳۷۸	3 HD2172/Bloudan//Azadi
Pishtaz پیشتاژ	2002	۱۳۸۱	3 Alvand//Aldan"S"//Las58-40072-48
Shiraz شیراز	2002	۱۳۸۱	3 Gv/D630//Ald"S"//3/Azd
Dez دز	2002	۱۳۸۱	2 Kauz*2/Opata/Kauz CRG-737-1Y-O10M-OY

Table 1. Continued

ادامه جدول ۱

نام لاین / رقم Cultivar/ Line Name	سال معرفی Released Year	منطقه اقلیمی Climatic zone	شجره یا منشأ Pedigree/ Origin	
S-75-11	2002	۱۳۸۱	2	Turaco/Chil
N-75-11	2002	۱۳۸۱	1	Siren64609-6Y-3M-2Y-OM
N-75-15	2002	۱۳۸۱	1	Nai60/Hn7//Sy SWM70053-2Y-1Y-OY-2AP
N-75-16	2002	۱۳۸۱	1	Shanghia7//Hahn"S"*2/PrI"S"CM95119-3Y-OM-OY
N-75-20	2002	۱۳۸۱	1	Bloudan//Bb/7C*2//Y50F/Kal*3/CW84
C-75-5	2002	۱۳۸۱	4	OWL85256*30H-*0-*Eoh

اطلاعات مندرج در جدول از نشریه داخلی بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با عنوان مشخصات ارقام گندم نان، دوروم، جو، تریتیکاله و چاودار اخذ شده است.

مناطق اقلیمی: ۱-سواحل دریای خزر ۲-گرم جنوب ۳-معتدل ۴-سرد

Information about cultivars from Cereal Research Department, Seed and Plant Improvement Institute.

Climatic Zones: 1: Caspian sea shores; 2: Warm; South; 3: Moderate; C: Cold

مشخص و قوی در منطقه تحرک الکتروفورزی گاما قرار دارد که همیشه در الکتروفورگرام به دنبال دو بانده نزدیک به هم قرار می‌گیرد. این بانده به طور قراردادی به عنوان بانده مرجع با تحرک نسبی برابر ۵۰ تعیین گردیده است. بر اساس این روش تحرک نسبی هر بانده در الکتروفورگرام برابر با فاصله محل نمونه گذاری (مبداء) تا مرکز آن بانده ضربدر عدد ۵۰ تقسیم بر فاصله مبداء تا مرکز بانده مرجع ۵۰، محاسبه گردید. همچنین برای افزایش دقت از تکرار الکتروفورز نمونه‌ها در ژل‌های مختلف و تطابق باندهای مشابه در یک ژل استفاده شد. شدت نسبی باندها در محدوده ۵-۱۰ در مقایسه با بانده مرجع ۵۰ (با شدت نسبی برابر ۵۰)، به طور چشمی تعیین گردید.

به منظور تخمین تشابه ژنتیکی بین ارقام و لاین‌های مخلف گندم نان از ضریب تطابق ساده (Simple Matching Coefficient) با روش

ناخالصی تعداد بذرها تا ۵۰ عدد افزایش داده شد). جداسازی الکتروفورزی بر روی ژل پلی‌اکریل آمید در بافر لاکتات آلومینیوم (Aluminum lactate) با روش Acid-PAGE بر اساس روش (Khan *et al.*, 1985) انجام شد.

طرح‌های الکتروفورزی گلیادین‌ها ابتدا جهت تشخیص خلوص و وجود بیوتیپ‌ها مورد مطالعه قرار گرفتند. فرمول گلیادین‌ها بر اساس مقادیر تحرک نسبی (Relative Mobility Value =RMV) و شدت نسبی هر جزء گلیادین (Relative Intensity Value = RIV) در الکتروفورگرام نمونه‌های مختلف طبق روش بوشوک و زیلمن (Bushuk and Zillman, 1978) تعیین گردید. در این روش از رقم گندم نان کانادائی Marquis به عنوان رقم استاندارد استفاده می‌شود. در این رقم یک بانده

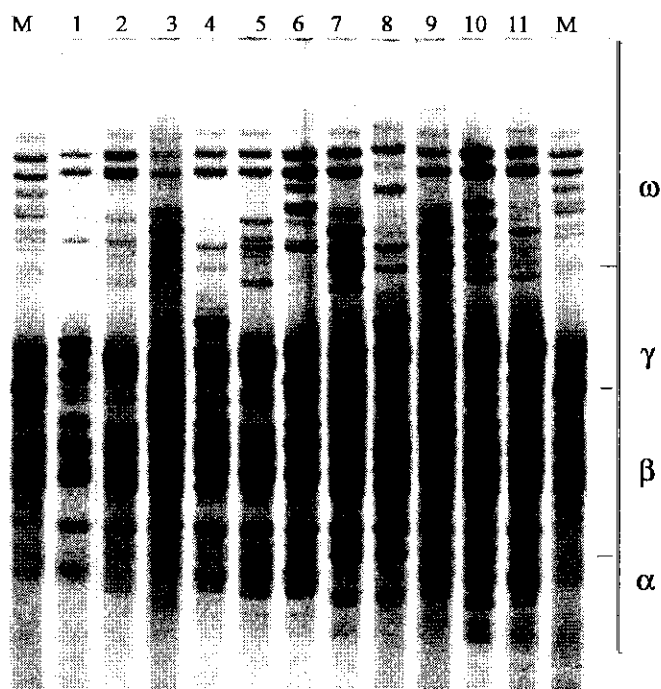
زیلمن و بوشوک (Zillman and Bushuk, 1979) در بررسی ۸۸ رقم گندم نان و دوروم کانادائی ۸۵ الکتروفورگرام گلیادینی مختلف گزارش کردند. این محققین عنوان نمودند که کلیه ارقام حداقل از نظر تحرک الکتروفورزی یک جزء گلیادینی متفاوت بوده و لذا بر این اساس از یکدیگر قابل تفکیک هستند. در موارد کمی نیز که تحرک الکتروفورزی کلیه اجزاء مشابه بود، تفاوت در شدت نسبی باندها و همچنین وجود باندهای فرعی باعث تشخیص ارقام از یکدیگر می‌شد. در بررسی حاضر کلیه لاین‌ها و ارقام مورد بررسی دارای فرمول گلیادینی مشخص و متمایز از سایرین بودند (جدول ۲). گزارش‌های مختلف از کاربرد الکتروفورگرام گلیادین‌ها در کشورهای مختلف حاکی از کارایی بالای این نشانگرهای بیوشیمیائی در شناسائی و تشخیص خلوص ارقام گندم است (Autran and Bourdet, 1975; Dal Belin Peruffo *et al.*, 1981; Cooke, 1992). این توانائی با سطح بالای تنوع و تعدد اجزاء این پروتئین‌ها در ارتباط است. آتران و بوردت (Autran and Bourdet, 1975) در بررسی ۷۳ گندم نان در فرانسه با استفاده از ژل نشاسته، ۴۳ باند گلیادینی گزارش کردند. دال بلین پروفو و همکارانش (Dal Belin Peruffo *et al.*, 1981) در ۲۹ واریته گندم نان ایتالیائی، با استفاده از روش A-PAGE ۶۰ جزء گلیادینی گزارش کردند.

UPGMA از نرم افزار (Numerical Taxonomy and Multivariate System-NTSYS) استفاده گردید. بدین منظور ابتدا یک ماتریس بر اساس وجود (۱) یا عدم وجود (صفر) هر باند در الکتروفورگرام کلیه ارقام تشکیل گردید. از این ماتریس برای ایجاد ضرایب تشابه ژنتیکی استفاده گردید. سپس دندروگرام بر اساس ضرایب تشابه ژنتیکی تشکیل گردید (Sokal and Sneath, 1963). ضریب همبستگی Cophenetic بین دندروگرام و ماتریس تشابه اولیه بین ارقام نان مورد مطالعه با استفاده از آزمون منتل (Mantel-test) آزمایش گردید.

نتایج و بحث

شکل ۱ الکتروفورگرام گلیادین‌ها را در بعضی لاین‌ها و ارقام گندم نشان می‌دهد. فرمول گلیادین‌ها در هر رقم شامل تعداد اجزاء گلیادین‌ها، تحرک نسبی و شدت نسبی هر یک از اجزاء است (شکل ۲). شدت نسبی باندها، در تکرار الکتروفورز نمونه‌ها تفاوت زیادی نشان دادند. از آن جا که این پارامتر با میزان پروتئین در ارتباط بوده و در نتیجه تحت تاثیر شرایط محیطی است، لازم است در تفکیک ارقام از این پارامتر با احتیاط استفاده شود. در بررسی حاضر کلیه ارقام بر اساس تحرک نسبی باندها از یکدیگر تفکیک گردیدند.

مجموعاً ۵۳ الکتروفورگرام (فرمول گلیادینی) مختلف در ۴۳ گندم نان مورد مطالعه تشخیص داده شد (جدول ۲).



شکل ۱- الکتروفورگرام گلیادین ها در بعضی از لاین های امیدبخش و ارقام گندم نان ایران
 ۱: پیشتاز، ۲: شیراز، ۳: S-75-11، ۴: داراب ۲، ۵: چمران، ۶: اروند، ۷: اترک، ۸: اینیا، ۹: شیروودی، ۱۰: البرز، ۱۱: نوید، M: رقم استاندارد گندم نان کانادایی
 α، β، γ، ω: مناطق تحرک الکتروفورزی

Fig. 1. Gliadin electrophoregram in some bread wheat promising lines and cultivars growing in Iran

1: Pishtaz, 2: Shiraz, 3: S-75-11, 4: Darab2, 5: Chamran, 6: Arvand, 7: Atrak, 8: Inia, 9: Shiroodi, 10: Alborz, 11: Navid. M: Marquis : Canadian standard cultivar of bread wheat. α, β, γ and ω: electrophoretic mobility regions.

No.	RM.	RI.
1	16	2
2	18.5	3
3	24.5	1
4	26	1
5	29.5	4
13	60	5
6	38	1
7	44.5	4
8	45.5	4
9	50	3
10	51.5	3
11	53	3
12	55.5	4
13	60	5
14	63	4
15	64	4
16	71	3
17	73	2
18	74	3
19	76	3
20	77	1



شکل ۲- فرمول و الکتروفورگرام گلیادین ها در رقم پیشتاز (P)

M: رقم استاندارد مارکیز. فلش باند مرجع ۵۰ را در الکتروفورگرام رقم استاندارد مارکیز نشان می دهد.

Fig. 2. Gliadin formula and electrophoregram in cultivar Pishtaz (P).

M: standard cultivar Marquis. Reference band 50 in Marquis electrophoregram is indicated by arrow.

ایجاد یکنواختی بر اساس گلیا دین‌ها اعمال نگردیده است.

بررسی ارقام گندم کشورهای مختلف با استفاده از گلیادین‌ها نشان داده است که یک رقم ممکن است در یک تا سه مکان ژنی کنترل‌کننده گلیادین‌ها ناخالص بوده و دارای دو تا ۸ بیوتیپ باشد (Metakovsky, 1990). در این بررسی تفاوت بیوتیپ‌های مشاهده شده در رقم کویر فقط به ۳ بانده اصلی در ناحیه الکتروفورزی ۷ و در بیوتیپ‌های ۱ و ۲ رقم قدس در سه بانده اصلی در ناحیه α و یک بانده فرعی در ناحیه ω محدود بود (جدول ۲). سایر ارقام ناخالص در چندین بانده در نواحی مختلف الکتروفورزی اختلاف نشان دادند. (جدول ۲ و شکل ۳). تشخیص نوع و منشأ ناخالصی در ارقام فوق و تفکیک بیوتیپ‌های طبیعی از نمونه‌هایی که به اشتباه و یا در اثر یک گرده‌افشانی ناخواسته وارد رقم شده‌اند، نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. در این مورد استفاده از آلل‌های گلیادین‌ها مفیدتر از بررسی تک‌تک اجزای گلیادین‌ها می‌باشد (Metakovsky and Sozinov, 1987). به منظور بررسی‌های بعدی و ایجاد لاین‌های خالص از ارقام ناخالص، نیم بذرهای جنین‌دار باقیمانده از بررسی‌های فوق، در ارقام ناخالص به طور جداگانه در گلخانه و سپس در مزرعه کشت گردیدند.

از آنجا که یکنواختی ژنتیکی برای پایداری خلوص یک رقم ضرورت دارد، کاربرد

در این بررسی محدوده‌ای بین ۱۸ تا ۲۷ جزء پروتئینی در هر یک از لاین‌ها و ارقام و مجموعاً ۵۸ بانده با تحرک نسبی متفاوت در ۴۳ گندم نان مورد مطالعه تشخیص داده شد.

بررسی الکتروفورزی ۴۳ لاین و رقم از گندم‌های نان ایران وجود یکنواختی را در بیشتر موارد نشان داد. در عین حال در هفت رقم (۱۶٪) وجود دو (کویر، شیراز، آذر ۲ و مهدوی) تا سه (سرداری، قدس و کرج ۳) بیوتیپ گلیادینی تشخیص داده شد.

وجود ناخالصی درون ارقام گندم‌های معرفی شده بر اساس گلیادین‌ها توسط محققین کشورهای مختلف گزارش شده است (Ellis and Beminsten, 1977; Appleyard et al., 1979; Kosmolak, 1979; Pogna et al., 1982; Knezevic et al., 1998). متاکوفسکی (Metakovsky, 1990) فراوانی ارقام ناخالص را بر اساس مکان ژنی Gli-B2 در استرالیا، بلغارستان، انگلستان، مجارستان، هند، یوگسلاوی، شمال قزاقستان و سبیری به ترتیب ۱۷٪، ۵۴٪، ۲۱٪، ۹٪، ۴۹٪، ۳۶٪، ۴۱٪ و ۴۰٪ گزارش نمود. استویانووا (Stoyanova, 1998) در بررسی تنوع درون ارقام گندم بلغاری با استفاده از نشانگرهای گلیادینی، عنوان نمود که در واریته‌های بومی محلی و ارقام قدیمی احتمال ناخالصی از نظر گلیادین‌ها بیشتر است. زیرا در برنامه‌های به‌نژادی آن‌ها هیچ گونه فشار انتخاب برای

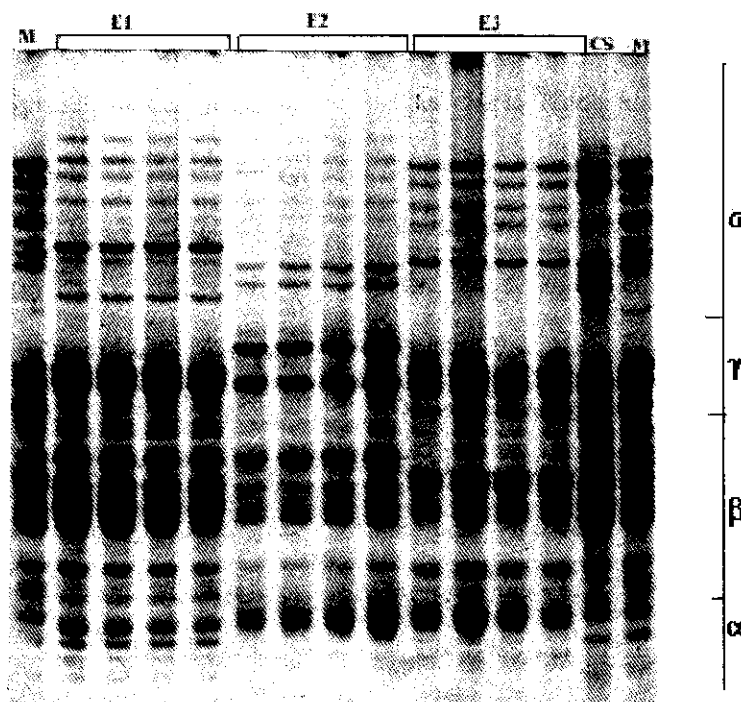
یکدیگر ($SM = 0.95$) تشابه ژنتیکی بالائی را از نظر اجزاء گلیادین‌ها نشان دادند (جدول ۳). شکل ۴ دندروگرام حاصل از ماتریس ضرائب تطابق ساده Simple Matching را بر اساس اجزاء گلیادین‌ها نشان می‌دهد. پنج گروه (Cluster) مشخص در این شکل همبستگی نزدیک گندم‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد. هفت رقم چناب، استار، کاوه، یک بیوتیپ از هر یک از ارقام قدس و مهدوی، داراب ۲ و دز در یک گروه قرار گرفتند. گروه دوم شامل ارقام آزادی، دو بیوتیپ از قدس و مرودشت بود. گروه سوم را ارقام امید، بزوستایا، کرج ۲، الموت و لاین C-75-5 تشکیل می‌داد. دو بیوتیپ کویر در گروه چهارم به طور نزدیکی همبستگی نشان دادند. ارقام گلستان، فلات، اترک و لاین S-75-11 در گروه پنجم قرار گرفتند.

بررسی ضریب همبستگی Cophenetic بین ضرایب تطابق ساده حاصله از دندروگرام و ماتریس تشابه اولیه بین ارقام گندم نان مورد مطالعه و استفاده از آزمون منتل (Mantel-test) تطابق خوبی ($r = 0.8, t = 9.6, p = 1$) را نشان داد.

از آنجا که مکان‌های ژنی کنترل‌کننده اجزاء گلیادین‌ها چند ژنی می‌باشند، تشابه ژنتیکی ارقام گندم، بیشتر از آن که به اجزاء مشترک به طور انفرادی مرتبط باشد، به وجود بلوک‌های آللی مشترک در بین آن‌ها ارتباط دارد. در این

گلیادین‌ها در کنترل یکنواختی ارقام گندم در برنامه‌های به‌نژادی این محصول، بسیار مفید خواهد بود. متاکوفسکی (Metakovsky, 1990) لزوم رعایت موارد ذیل را در برنامه‌های به‌نژادی گندم بر اساس دستاورد تحقیقات مختلف مطرح نموده است: ۱- وجود ناخالصی ارقام را می‌توان با استفاده از گلیادین‌ها و یا ترجیحاً با استفاده از چندین جایگاه ژنی پلی‌مورفیک تعیین نمود. ۲- برای ثبت هر رقم باید علاوه بر خصوصیات معمول، فراوانی بیوتیپ‌های آن رقم نیز تعیین گردد و لازمه این کار تجزیه تک بذرها می‌باشد. ۳- در صورتی که اصلاحگر در انتخاب خود بخواهد از تلاقی ارقام مخلوط با یکدیگر جلوگیری نماید، نیاز به اطلاعاتی از ترکیبات بیوتیپی ارقام والد دارد. ۴- اصلاحگر لازم است با تشخیص ناخالصی در ارقام، به اثرات آن در تفسیر نتایج توجه نماید.

جدول ۳ ضرایب تطابق ساده ژنتیکی Simple Matching Coefficient (SM) را بر اساس اجزاء گلیادین‌ها، بین لاین‌ها و ارقام مورد بررسی نشان می‌دهد. ضرایب تطابق ساده گندم‌های مورد مطالعه در محدوده‌ای بین ۰/۴۵ تا ۰/۹۸ قرار گرفت. در این بررسی بیشترین نزدیکی ژنتیکی بین ارقام الموت با کرج دو، داراب ۲ با دز با ($SM = 0.98$) و فلات با اترک ($SM = 0.97$) مشاهده شد. پس از آن رقم بزوستایا با امید، بیوتیپ‌های رقم کویر با یکدیگر، بیوتیپ‌های ۱ و ۲ رقم قدس با



شکل ۳- ناخالصی از نظر اجزاء گلیادین ها در رقم قدیمی گندم نان سرداری

E1-3: سنبله های ۱-۳، ارقام استاندارد M: Marquis، CS: Chinese Spring، α ، β ، γ ، ω : مناطق تحرك الكتروفورزی

Fig. 3. Gliadin heterogeneity in old bread wheat cultivar Sardari

E1-3: Ear 1-3, M: Standard cultivar Marquis CS: Chineses Spring, α , β , γ and ω : electrophoretic mobility regions

الکتروفورگرام گلیادین ها پرداخته اند، گزارش شده است (Sozinov and Popereya 1982) شکل ۵ (Metakovsky *et al.*, 1984). پیوستگی بین بعضی از اجزای گلیادین ها را در این بررسی نشان می دهد.

از مطالعه اجزاء گلیادین ها در گندم، اطلاعات مفیدی در مورد شناسائی ارقام و وجود ناخالصی درون ارقام به دست می آید.

این اطلاعات امکان اصلاح ارقام گندم را با انتخاب ژنوتیپ های مطلوب ایجاد می نماید. وجود پیوستگی ژنی و یا همبستگی معنی دار بین اجزای گلیادین ها با بعضی از صفات مورفولوژیک و زراعی

بررسی بین بعضی از اجزای گلیادین ها پیوستگی نزدیکی مشاهده گردید. برای مثال گندم های تشکیل دهنده گروه پنجم همه شامل مجموعه باندهای ۲۴/۵ و ۲۷، ۲۹/۵، ۳۲/۵، ۳۳/۵، ۳۶/۵ در منطقه تحرك الكتروفورزی امگا بودند که همیشه به صورت یک واحد (جمععی) منتقل می گردند. همچنین بین اجزای ۱۳، ۱۶ و ۱۸/۵ از یک طرف و اجزای ۱۲، ۱۵ و ۱۷/۵ با یک دیگر در منطقه امگا پیوستگی مشاهده گردید. در منطقه آلفا اجزای ۸۱ و ۸۶ پیوستگی دائمی نشان دادند. وجود بسیاری از تجمع های آللی گلیادین ها قبلا توسط محققین روسی که بر اساس مکان های ژنی به تفسیر

جدول ۲- تحرک نسبی اجزاء گلیادین ها در ۴۳ گندم نان رایج ایران

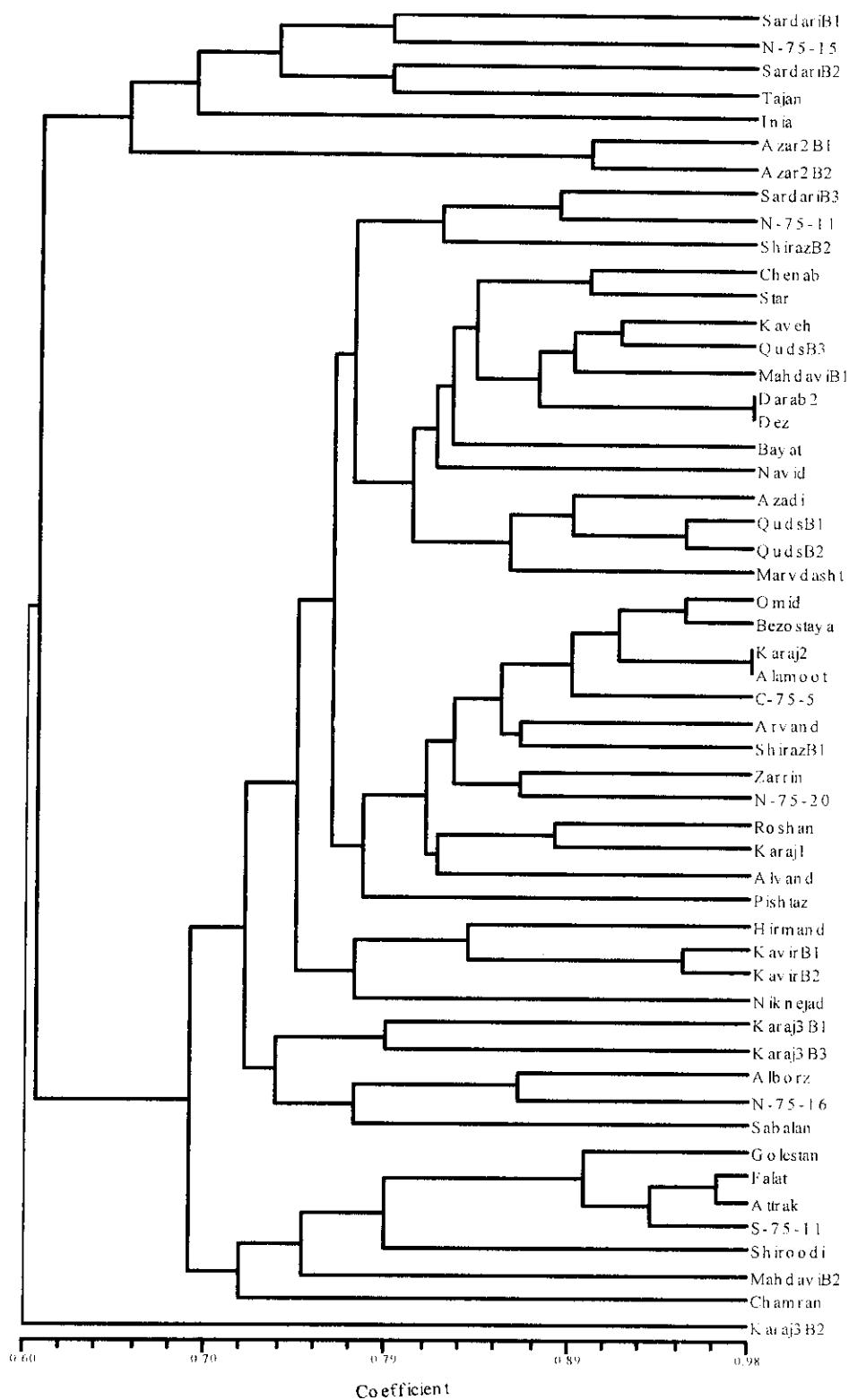
Table 2. Relative electrophoretic mobility of gliadin components in 43 bread wheat cultivars grown in Iran

Line/Cultivar name	Gliadin formulae
Sardari B1	12, 15, 17.5, 20.5, 22.5, 26, 28, 29.5, 31.5, 33, 35, 44.5, 45.5, 49, 51, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 78.5, 81, 84, 86
Sardari B2	12, 15, 17.5, 20.5, 22.5, 26, 30.5, 33, 39, 40.5, 45.5, 51, 52, 55.5, 60, 63, 64, 71, 73, 75, 77, 78.5
Sardari B3	16, 18.5, 21.5, 23.5, 29.5, 30.5, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 53, 55.5, 60, 63, 64, 71, 73, 77, 78.5
Omid	16, 18.5, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 51.5, 53, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Roshan	16, 18.5, 20.5, 23.5, 28, 29.5, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 53, 55.5, 58, 60, 63, 64, 71, 73, 74, 77, 78.5, 81, 84, 86
Chenab	13, 16, 18.5, 29.5, 44.5, 45.5, 46.5, 49, 52, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 74, 77, 78.5
Inia	12, 15, 17.5, 20.5, 29.5, 33.5, 36.5, 40.5, 45.5, 50, 53, 55.5, 60, 63, 65, 71, 75, 77, 81, 84, 86
Bezostaya	13, 16, 18.5, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 53, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Arvand	16, 18.5, 20.5, 23.5, 26, 28, 29.5, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 56, 60, 63, 71, 73, 75, 77, 78.5
Karaj1	16, 18.5, 20.5, 23.5, 28, 29.5, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 53, 55.5, 60, 63, 65, 71, 75, 77, 81, 84, 86
Karaj2	16, 18.5, 20.5, 23.5, 26, 28, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 53, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Karaj3 B1	16, 18.5, 22.5, 26, 29.5, 35, 44.5, 45.5, 46.5, 51, 53, 56, 60, 63, 66, 71, 73, 75, 77, 81, 84, 86
Karaj3 B2	12, 15, 17.5, 20.5, 21.5, 26, 27, 28, 32.5, 35, 44.5, 45.5, 49, 51.5, 53, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 77, 78.5
Karaj3 B3	13, 16, 18.5, 21.5, 26, 28, 32.5, 35, 44.5, 45.5, 49, 51.5, 53, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 84, 86
Bayat	13, 16, 18.5, 21.5, 26, 29.5, 31.5, 35, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 77, 78.5
Alborz	16, 18.5, 22.5, 26, 29.5, 35, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 84, 86
Azadi	13, 16, 18.5, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Kave	13, 16, 18.5, 28, 29.5, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 77, 78.5
Sabalan	16, 18.5, 20.5, 23.5, 27, 33, 35, 44.5, 45.5, 50, 53, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 86
Golestan	13, 16, 18.5, 24.5, 27, 29.5, 32.5, 33.5, 36.5, 45.5, 46.5, 50, 54, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 84, 86
Quds B1	13, 16, 18.5, 28, 30.5, 33, 38, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Quds B2	13, 16, 18.5, 28, 30.5, 33, 38, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 86
Quds B3	13, 16, 18.5, 23.5, 29.5, 35, 44.5, 45.5, 50, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Navid	13, 16, 18.5, 27, 35, 45.5, 50, 52, 53, 55.5, 58, 60, 61.5, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Falat	13, 16, 18.5, 24.5, 27, 29.5, 32.5, 33.5, 36.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 54, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 86
Hirmand	16, 18.5, 22.5, 26, 29.5, 35, 44.5, 45.5, 46.5, 49, 52, 55.5, 58, 60, 63, 64, 71, 73, 75, 77, 78.5
Alvand	16, 18.5, 20.5, 23.5, 28, 29.5, 32.5, 38, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 54, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 86
Alamoot	16, 18.5, 20.5, 23.5, 26, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Mahdavi B1	16, 18.5, 20.5, 23.5, 26, 29.5, 45.5, 50, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Mahdavi B2	16, 18.5, 20.5, 22.5, 27, 29.5, 32.5, 33.5, 36.5, 45.5, 50, 51.5, 55.5, 60, 63, 64, 71, 73, 75, 77, 78.5
Zarrin	16, 18.5, 20.5, 26, 28, 29.5, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 51.5, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 86
Darab2	13, 16, 18.5, 29.5, 30.5, 33, 40.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Tajan	12, 15, 17.5, 20.5, 23.5, 29.5, 33, 40.5, 45.5, 46.5, 51, 52, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 74, 77, 78.5
Attrak	13, 16, 18.5, 24.5, 27, 29.5, 32.5, 33.5, 36.5, 45.5, 50, 52, 54, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 86
Niknejad	13, 16, 18.5, 28, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 49, 52, 54, 58, 60, 63, 64, 71, 73, 75, 77, 78.5, 81, 84, 86
Star	13, 16, 18.5, 24.5, 26, 29.5, 30.5, 44.5, 45.5, 49, 52, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 77, 78.5
Chamran	13, 16, 18.5, 26, 30.5, 35.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 56, 60, 61.5, 64, 71, 73, 75, 77, 81, 86
Shiroodi	13, 16, 18.5, 24.5, 27, 29.5, 32.5, 33.5, 36.5, 43.5, 45.5, 46.5, 51, 52, 54, 56, 60, 63, 71, 75, 77, 78.5
Kavir B1	16, 18.5, 22.5, 26, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 54, 58, 60, 61.5, 63, 71, 73, 75, 77, 78.5
Kavir B2	16, 18.5, 22.5, 26, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 51, 52, 54, 58, 60, 61.5, 63, 71, 73, 75, 77, 78.5
Azar2 B1	16, 18.5, 20.5, 22.5, 30.5, 33, 40.5, 45.5, 46.5, 51, 52, 56, 58, 60, 61.5, 64, 65, 71, 73, 74, 77, 81, 84, 86
Azar2 B2	12, 15, 17.5, 20.5, 22.5, 26, 30.5, 33, 40.5, 45.5, 46.5, 51, 52, 56, 58, 60, 61.5, 64, 65, 71, 73, 74, 77, 81, 84, 86
Marvdasht	16, 18.5, 28, 38, 44.5, 45.5, 46.5, 49, 52, 56, 60, 63, 64, 71, 73, 75, 77, 78.5
Pishtaz	16, 18.5, 24.5, 26, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 53, 55.5, 60, 63, 64, 71, 73, 74, 76, 77
Shiraz B1	16, 18.5, 24.5, 26, 29.5, 38, 44.5, 45.5, 46.5, 50, 51.5, 53, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Shiraz B2	16, 18.5, 30.5, 35.5, 45.5, 46.5, 50, 51.5, 53, 56, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
Dez	13, 16, 18.5, 24.5, 29.5, 30.5, 33, 40.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5
S-75-11	13, 16, 18.5, 24.5, 27, 29.5, 32.5, 33.5, 36.5, 45.5, 46.5, 50, 52, 54, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 74, 76, 81, 86
N-75-11	16, 18.5, 29.5, 30.5, 35.5, 45.5, 46.5, 50, 53, 55.5, 58, 60, 63, 64, 66, 71, 73, 75, 77, 78.5
N-75-15	12, 15, 17.5, 20.5, 23.5, 26, 29.5, 30.5, 33, 38, 44.5, 45.5, 49, 50, 52, 55.5, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 81, 86
N-75-16	16, 18.5, 28, 29.5, 35, 45, 45.5, 50, 52, 54, 55.5, 60, 63, 65, 71, 74, 77, 81, 84, 86
N-75-20	16, 18.5, 29.5, 33, 40.5, 45.5, 46.5, 50, 51.5, 53, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 75, 77, 78.5, 81, 86
C-75-5	13, 16, 18.5, 20.5, 23.5, 28, 29.5, 30.5, 38, 44.5, 45.5, 50, 51.5, 55.5, 58, 60, 63, 65, 71, 73, 74, 77, 78.5

Table 3. Continu

ادامه جدول ۳-

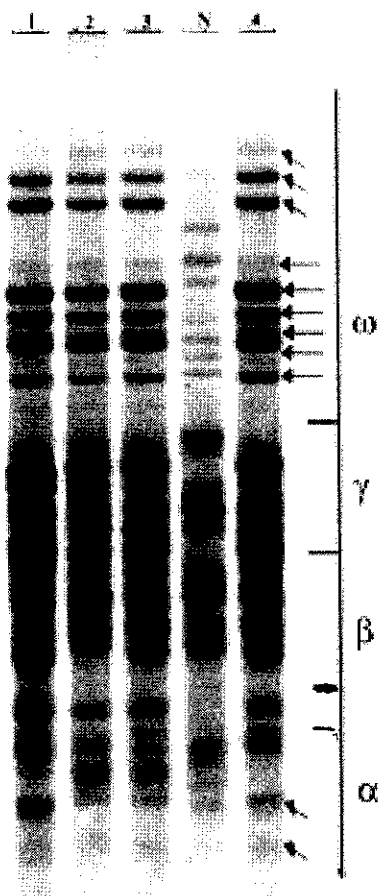
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
28																											
29	0.90																										
30	0.78	0.81																									
31	0.90	0.83	0.74																								
32	0.76	0.86	0.74	0.76																							
33	0.69	0.76	0.60	0.66	0.76																						
34	0.66	0.76	0.78	0.72	0.76	0.55																					
35	0.72	0.69	0.64	0.72	0.69	0.55	0.72																				
36	0.79	0.83	0.67	0.76	0.83	0.69	0.72	0.76																			
37	0.62	0.72	0.67	0.72	0.72	0.52	0.72	0.72	0.66																		
38	0.59	0.69	0.74	0.59	0.72	0.59	0.79	0.66	0.69	0.69																	
39	0.81	0.81	0.72	0.78	0.78	0.64	0.67	0.78	0.78	0.74	0.71																
40	0.79	0.79	0.71	0.72	0.72	0.66	0.66	0.79	0.79	0.69	0.72	0.95															
41	0.55	0.62	0.57	0.66	0.69	0.69	0.55	0.62	0.62	0.72	0.55	0.64	0.66														
42	0.48	0.55	0.47	0.59	0.59	0.76	0.45	0.52	0.55	0.66	0.45	0.57	0.59	0.90													
43	0.76	0.76	0.71	0.72	0.76	0.62	0.62	0.83	0.76	0.72	0.72	0.81	0.79	0.66	0.55												
44	0.79	0.76	0.74	0.76	0.69	0.59	0.66	0.66	0.76	0.66	0.59	0.74	0.72	0.55	0.48	0.72											
45	0.84	0.81	0.72	0.81	0.78	0.60	0.67	0.67	0.78	0.71	0.71	0.83	0.78	0.57	0.50	0.81	0.84										
46	0.74	0.78	0.76	0.74	0.81	0.60	0.67	0.60	0.71	0.74	0.71	0.72	0.67	0.64	0.53	0.78	0.71	0.86									
47	0.74	0.84	0.72	0.74	0.95	0.74	0.78	0.67	0.81	0.71	0.74	0.76	0.71	0.64	0.53	0.74	0.71	0.79	0.76								
48	0.59	0.69	0.71	0.69	0.72	0.59	0.93	0.66	0.69	0.69	0.76	0.64	0.59	0.59	0.48	0.59	0.69	0.64	0.64	0.74							
49	0.76	0.79	0.78	0.76	0.83	0.66	0.66	0.69	0.76	0.72	0.66	0.78	0.72	0.62	0.52	0.76	0.76	0.78	0.84	0.78	0.62						
50	0.74	0.78	0.59	0.74	0.71	0.74	0.64	0.64	0.71	0.60	0.47	0.66	0.64	0.57	0.67	0.64	0.64	0.66	0.59	0.66	0.57	0.60					
51	0.71	0.78	0.66	0.78	0.74	0.64	0.78	0.74	0.71	0.71	0.64	0.69	0.67	0.67	0.57	0.67	0.71	0.66	0.66	0.72	0.78	0.67	0.66				
52	0.79	0.79	0.74	0.86	0.86	0.72	0.72	0.69	0.72	0.69	0.62	0.74	0.69	0.69	0.59	0.69	0.72	0.81	0.81	0.84	0.69	0.83	0.67	0.74			
53	0.91	0.81	0.72	0.81	0.78	0.71	0.64	0.71	0.81	0.57	0.57	0.72	0.71	0.60	0.50	0.71	0.78	0.76	0.72	0.72	0.64	0.74	0.69	0.72	0.74		



شکل ۴- دندروگرام بر اساس Simple matching coefficient با استفاده از روش UPGMA برای

اجزای گلیادین‌ها، بین ۴۳ لاین امیدبخش و رقم گندم نان رایج ایران

Fig. 4. Dendrogram based on simple matching coefficients, using UPGMA method for gliadin components, between 43 promising lines and cultivars of bread wheat



شکل ۵- پیوستگی بین بعضی از اجزای گلیادین ها در گندم های مورد بررسی

۱: گلستان، ۲- شیروودی، ۳-فلات، S-75-11، فلش ها پیوستگی بین اجزای ۸۱ و ۸۶ در منطقه آلفا، و در منطقه امگا بین اجزای ۱۳، ۱۶ و ۱۸/۵ و اجزای ۲۴/۵، ۲۷، ۲۹/۵، ۳۲/۵ و ۳۳/۵ را نشان می دهند. N: رقم استاندارد گندم دوروم نلی.

Fig. 5. Linkage between some gliadin components in bread wheats

Cultivars: 1: Golestan, 2: Shiroodi, 3: Falat, 4: S-75-11. Arrows show linkage between components 81 and 86 in α region, 13, 16, 18.5 and between 24.5, 27, 32.5, 33.5, 36.5 in ω region. N: standard durum wheat cultivar Nelly.

فراهم آورد. استفاده از این اطلاعات در تعیین نشانگرهای ژنتیکی مناسب برای صفات مهم زراعی گندم های زراعی ایران کاربرد مفیدی خواهد داشت.

سپاسگزاری

بدینوسیله از شرکت فعال خانم نادیا بقائی در انجام کارهای آزمایشگاهی و همچنین از

(Sozinov, 2001؛ Branlard *et al.*, 2001) نقش کاربردی این پروتئین ها را به عنوان مارکرهای ژنتیکی بعضی از صفات مهم مطرح نموده است.

تهیه کاتالوگ فرمول گلیادین ها در گندم های نان ایران امکان بررسی همبستگی بین اجزاء گلیادین ها با سایر صفات مهم زراعی را

راهنمایی‌های ارزشمند و همکاری صمیمانه
 آقای مهندس علی مقدم عضو هیئت علمی
 بخش تحقیقات ذرت و گیاهان علوفه‌ای در
 تجزیه آماری اطلاعات این تحقیق سپاسگزاری
 می‌شود.

References

منابع مورد استفاده

سعیدی، ع.، اکبری، ع.، مهرور، م. ر.، بختیار، ف.، و ناطق، ز. ۱۳۸۱. مشخصات ارقام گندم نان، گندم دوروم، جو، تریپیکاله و چاودار معرفی شده توسط بخش تحقیقات غلات. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، بخش تحقیقات غلات. ۸۲ صفحه.

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

Autran, J.C., and Bourdet, A. 1975. L'identification des varietes de ble; etablissement d'un tableau general de determination fonde sur la diagramme electrophoretiques des gliadines du grain. *Annales de l'Amelioration des Plantes* 25: 277-301.

Branlard, G., and Dardevet, M. 1994. A null *Gli-D* 1 allele with a positive effect on bread wheat quality. *Journal of Cereal Science* 20: 235-244.

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

Bushuk, W., and Zillman, R. R. 1978. Wheat cultivar identification by gliadin electrophoresis, I- Apparatus, method and nomenclature. *Canadian Journal of Plant Science* 58: 505-515.

Cooke, R. J. 1992. Electrophoresis Testing. pp. 1-9. Chapter 3. In: *A Handbook of Variety Testing*. Published by the International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.

Dal Bellin Peruffo, A., Pallavicini, C., and Varanini, Z. 1981. Analysis of wheat varieties by gliadin electrophoregrams. *Genet. Agr.* 35: 195-208.

Ellis, J. R. S., and Beminster, C. H. 1977. The identification of UK varieties by starch gel electrophoresis of gliadin proteins. *Journal of National Institute of Agricultural Botany* 14: 221-231.

- Kenzevic, D., Zeecevic, V., and Pavalovic, M. 1998.** Genetic similarity of wheat cultivars according to gliadin allele composition. Proceedings of 9th International Wheat Genetics Symposium. Vol 4. pp. 178-181.
- Khan, K., Hamada, A. S., and Patek, J. 1985.** Polyacrilamide gel electrophoresis for wheat varieties identification: Effect of variables on gel properties. Cereal Chemistry 62: 310-313.
- Konarev, V. G. 1980.** Wheat Proteins (in Russian). M.Kolos. 350p.
- Konarev, V.G., Gavrilyuk, I. P., Gubareva, N. K., and Peneva, T.J. 1979.** Seed proteins in genome analysis, cultivar identification and documentation of cereal genetic resources: A review. Cereal Chemistry 56: 272-278.
- Konarev, V.G., Gavrilyuk, I. P., Gubareva, N. K., and Peneva, T.J. 1996.** Molecular Biological Aspects of Applied Botany, Genetics and Plant Breeding. Russian Academy of Agricultural Sciences. St. Petersburg, VIR. 227pp.
- Kosmolak, F. G. 1979.** Gliadin composition of the bread wheat cultivars BW20 and Sinton. Canadian Journal of Plant Science 59: 1001-1005.
- Mecham, D. K., Kasarda, D. D., and Qualset, C. S. 1978.** Genetic aspects of wheat gliadin proteins. Biochemical Genetics 16: 831-853.
- Metakovsky, E.V. 1990.** The value of gliadin biotypes in commercial cultivars of wheat. pp. 569-580. In: Bushuk, W., and Kachuks R. (eds.). Gluten Proteins. American Association of Cereal Chemists.
- Metakovsky, E. V., Branlard, G., Chernakov, V. M., Upelnick, V. P., Redaelli, R., and Pogna, N. E. 1997a.** 6B controlled gliadins and low molecular –weight glutenin subunits in common wheat. Theoretical and Applied Genetics 94. 788-795.
- Metakovsky, E. V., Felix, I., and Branlard, G. 1997b.** Association between dough quality (W values) and certain gliadin alleles in French common wheat cultivars. Journal of Cereal Science 26: 371-373.
- Metakovsky, E. V., Novoselskaya, A. Yu., Kopus, M. M., Sobko T. A., and Sozinov, A.A. 1984.** Blocks of gliadin components in winter wheat detected by one dimensional polyacrylamide gel electrophoresis. Theoretical and Applied Genetics 67: 559-568.
- Metakovsky, E. V., and Sozinov, A. A. 1987.** Organization, variability and stability of the family of the gliadin-coding genes in wheat: genetic data page 30. In: Lasztity, R., and Bekes, F. (eds.) Gluten Proteins, Proceedings of the Third International Workshop, Budapest, 1987, Word Sci. Singapore, New Jersey, Hong-Kong.

- Pogna, N. E., Dal BelinPeruffo, A., Boggini, G., and Corbellini, M. 1982.** Analysis of wheat varieties by gliadin electrophoregrams. II- Nature, origin and quality of biotypes present in six Italian common wheat varieties. *Genet. Agr.* 36: 143-154.
- Sokal, R. R., and Sneath, P. H. A. 1963.** Principles of Numerical Taxonomy. Freeman: Sanfrancisco. 359 pp.
- Sozinov, A. A. 2001.** Conservation of gene associations in commercial varieties of wheat. pp. 97-105. In: Bedo, Z., and Lang, L. (eds.). *Wheat in a Global Environment*. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- Sozinov, A. A., and Popereya, F. A. 1979.** Polymorphism of prolamines and selection (in Russian). *Dokl. Vses. Akad. Sels'khokh. Nauk.* 2: 9-11.
- Sozinov, A. A., and Popereya, F. A. 1980.** Genetic classification of prolamines and its use for plant breeding. *Annual Technological Agriculture* 29: 229-245.
- Sozinov, A. A., and Popereya, F. A. 1982.** Polymorphism of prolamins and variability of grain quality. *Qual. Plant Foods Hum. Nutr.* 31: 243-249.
- Sozinov, A. A., Popereya, F. A., and Stacanova, A. I. 1974.** Use of electrophoresis of gliadin for selection of wheat by quality (In Russian). *Vestnik Navki* 7: 99-108.
- Stoyanova, S. D. 1998.** Variation of gliadins in wheat cultivars associated with seed survival and multiplication. *Seed Science and Technology* 24: 115-126.
- Wrigley, C. W., and Shepherd, K. W. 1973.** Electrofocusing of grain proteins from wheat genotypes. *Annals N.Y. Academy of Science* 209:154-162.
- Zillman, R. R., and Bushuk, W. 1979.** Wheat cultivar identification by gliadin electrophoregrams.III: Catalogue of electrophoregram formulas of Canadian wheat cultivars. *Plant Science* 59: 287-298.

آدرس نگارنده:

صدیقه بحرانی- بخش تحقیقات غلات، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.