

## بررسی اثر افزودن رطوبت و زمان نگهداری در اندازه ذرات گندم آسیاب شده (۱۳۳)

مطهره واعظی زاده<sup>۱</sup>، احمد غضنفری مقدم<sup>۲</sup>

### چکیده

برای تهیه آرد از دانه گندم معمولاً گیاهک دانه و سبوس را از اندوسپرم دانه به کمک آسیاب های جدید جدا می نمایند. در این فرآوری تبدیل مناسب دانه های گندم به ذرات آرد و جداسازی گیاهک و سبوس قابل اهمیت می باشند. برای جداسازی بهتر گیاهک و سبوس قبل از آسیاب کردن به دانه های گندم مقداری رطوبت افزوده می شود که به این عمل مشروط کردن گفته می شود. در این پژوهش سعی شده است که اثر دو عامل درصد افزایش رطوبت و مدت زمان نگهداری در اندازه قطر ذرات آرد مورد بررسی قرار گیرد. بدین منظور دانه های گندم را به چهار رطوبت ۲۰٪، ۳۰٪، ۳۵٪ و ۴۰٪ رسانیده و آنها را در چهار زمان ۶، ۱۲، ۱۸ و ۲۴ ساعت نگهداری نمودیم. سپس دانه ها را با استفاده از یک آسیاب خرد نموده و اندازه های ذرات خرد شده را توسط الک تعیین نمودیم. داده های بدست آمده را از طریق یک طرح فاکتوریل مورد تجزیه و تحلیل قرار دادیم. نتایج نشان دادند که دانه ها در رطوبت ۲۰٪ و مدت نگهداری ۶ ساعت بیشترین خردشدگی را داشتند. در همین زمان نگهداری با افزایش رطوبت اندازه ذرات افزایش پیدا نمودند.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، پست الکترونیک: motaharehvaezi@yahoo.com

۲- دانشیار بخش مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان

## مقدمه

استفاده از نان بعنوان یک منبع انرژی در جهان مورد توجه خاص بوده و میباشد و از این لحاظ گندم در راس کلیه نباتات زراعی قرار دارد. امروزه آرد کردن گندم به کمک آسیابهای جدید انجام می گیرد. پوسته های بیرونی دانه پوششی است برای بخش خوراکی یا اندوسپرم که از این اندوسپرم آرد بدست می آید. پوسته های دانه، دانه گندم را تا زمان کشت یا آسیاب کردن از عوامل محیطی حفظ می نمایند. سبوس یا پوششهای روی دانه مشتمل بر چندین لایه مختلف است که در موقع آسیاب نمودن از اندوسپرم دانه جدا میگردند. آرد دانه گندم بطور کلی شامل بخش خرد شده گیاهک، پوسته های دانه و اندوسپرم است. در موقع تهیه آرد سفید از دانه گندم باید گیاهک دانه و سبوس از اندوسپرم دانه جدا شود. تفکیک سبوس از اندوسپرم تابع دو اصل است می باشد. یکی این که اگر گندم را در آب خیس نماییم لایه ها بصورت لاستیکی و سفت در می آیند در حالیکه اندوسپرم که در میان دانه قرار دارد نرم و ترد میگردد. ترد نمودن اندوسپرم و سفت نمودن لایه های دانه گندم با بکار بردن آب، هوا و حرارت قبل از آسیاب نمودن دانه گندم انجام می پذیرد. این مرحله را مشروط کردن (Conditioning) یا نرم کردن (Tempering) می نامند.

عمل ملایم کردن مشتمل بر افزودن آب به دانه گندم و بالا بردن میزان رطوبت دانه های سخت به ۱۹٪ و دانه های نرم به ۱۷٪ می باشد. در این عمل دانه ها را در مخزن ملایم کردن برای مدت ۱۸ تا ۲۲ ساعت قرار می دهند. در طول این مدت آب از سطح دانه ها به طرف داخل دانه نفوذ می نماید و باعث از دست دادن خاصیت تردی لایه ها و موجب بوجود آمدن حال چرمی یا لاستیکی این لایه ها می گردد. معمولاً عمل ملایم کردن در مراحل متوالی صورت می گیرد زیرا اضافه نمودن در صد بیشتری رطوبت به دانه در یک مرحله مشکل می باشد.

در عمل مشروط کردن بر خلاف عمل ملایم کردن بعلت بکار بردن حرارت نه تنها نفوذ سریع آب در لایه های دانه مورد نظر است، بلکه نفوذ آب به اندوسپرم نیز در مد نظر می باشد. اگر چنانچه رطوبت و حرارت متناسب بوده و کنترل گردد لایه های دانه بصورت سفتی در آمده و بخش اندوسپرم بسهولت از لایه های دیگر دانه جدا می گردد و در این موقع با بکار بردن نیروی کمتری امکان آسیاب کردن حاصل می شود.

در فرآیند های ملایم کردن و مشروط کردن عوامل مختلفی مؤثر است که با افزایش آگاهی از این عوامل بهتر می توان این فرآیند ها را کنترل کرد از جمله این عوامل می توان درجه حرارت مشروط سازی، وارپته، اندازه ذرات، مدت زمان در معرض رطوبت قرار گرفتن و همچنین میزان رطوبت اضافه شده به گندم را نام برد. در بین این عوامل، درجه حرارت بیشترین تأثیر را نشان می دهد بطوریکه افزایش درجه حرارت منجر به افزایش میزان جذب رطوبت می گردد (Swanson & Pence, 1930; Fraser & Haley, 1932). همچنین S.Kang, S.R.Delwiche در سال ۱۹۹۹ فرآیند جذب رطوبت در گندم را در حین عمل مرطوب سازی با استفاده از روش اجزاء محدود مدل سازی کردند آنها هسته گندم را به صورت یک استوانه غیر همگن فرض کردند و فرض کردند که هسته گندم از سه بخش مختلف جوانه و اندوسپرم و پریکارب تشکیل شده است و میزان جذب رطوبت را به لایه های مختلف گندم را مدلسازی کردند. هدف از انجام این آزمایش بررسی دو عامل میزان افزایش رطوبت و مدت زمان نگهداری و اثر متقابل این دو عامل در قطر ذرات گندم پس از آسیاب شدن بود.

## مواد و روشها

برای انجام آزمایش ابتدا یک طرح دو فاکتوریل نوشته شد که در آن درصد افزایش رطوبت گندم (فاکتور A) و مدت زمان در معرض رطوبت قرار گرفتن (فاکتور B) در نظر گرفته شد برای هر یک از این فاکتور ها چهار حالت متفاوت در نظر گرفته شد و در نهایت جمعاً ۱۶ شرایط آزمایشگاهی مختلف فراهم گردید. فاکتور A شامل درصد های رطوبت ۲۰، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ و فاکتور B شامل مدت زمانهای ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴ ساعت قرار داده شد.

برای انجام هر یک از آزمایشات ظروف شیشه ای درب داری تهیه گردید و در هر یک از آنها نمونه های 50gr از گندم با رطوبت اولیه ۸،۴۰٪ (بر اساس وزن تر) ریخته شد و سپس به هر یک از ظروف میزان مورد نظر آب اضافه گردید و پس از گذشت مدت زمان لازم نمونه ها به وسیله آسیاب کوچک برقی NOVA مدل NM-36 52 CG با توان 150W به مدت ۱۰ ثانیه

آسیاب گردید و سپس نمونه های آسیاب شده در هوای آزاد خشک گردید. پس از جمع آوری کل نمونه ها و خشک شدن آنها نمونه ها را از الکها با مش ۱۰ و ۱۶ عبور داده شد و مواد باقیمانده روی هر یک از الکها و کفی الکها جمع آوری و وزن گردید.

### نتایج و بحث

پس از وزن کردن مواد باقیمانده روی هر یک از الکها، در صد مواد باقیمانده روی هر یک از آنها بدست آورده شد. جداول شماره ۱، ۲، ۳، بترتیب میانگین در صد مواد باقیمانده روی الکهای شماره ۱۰، ۱۶ و کفی الکها را نشان می دهند. که در هر یک از جداول ستون اول مربوط به مدت زمان نگهداری بر حسب ساعت و سطر اول مربوط به درصد افزایش رطوبت محصول (براساس وزن تر) است و بقیه داده ها مربوط به میانگین درصد مواد باقیمانده بر روی هر یک از الکها در شرایط آزمایشی تعریف شده است. نمودار شماره ۱ منحنی های سه بعدی مربوط به درصد مواد باقیمانده برای الک شماره ۱۰ را نشان می دهد و تغییرات اندازه ذرات را در اثر گذشت زمان نگهداری و افزایش رطوبت را براحتی در آن میتوان مشاهده کرد همانطور که از نمودار بر می آید در زمانهای ۶ و ۱۸ ساعت با افزایش رطوبت گندم میانگین درصد مواد باقیمانده بر روی الک شماره ۱۰ افزایش یافته ولی در مورد زمانهای ۱۲ و ۲۴ ساعت با افزایش رطوبت تا ۳۵٪ منحنی کاهشی است ولی از ۳۵ به ۴۰٪ دوباره منحنی افزایش یافته است. حال اگر ذرات باقیمانده بر روی الک شماره ۱۰ را ذرات درشت و روی الک شماره ۱۶ را متوسط و همچنین ذرات عبور کرده از الک شماره ۱۶ و باقیمانده روی کفی الکها را ذرات با قطر ریز تعریف کنیم نمودار شماره ۱ نشان می دهد که در زمانهای ۶ و ۱۸ ساعت با افزایش رطوبت قطر ذرات افزایش یافته است ولی در زمانهای ۱۲ و ۲۴ ساعت تا رطوبت ۳۵٪ قطر ذرات کاهش و دوباره در رطوبت ۴۰٪ افزایش یافته است.

جدول شماره ۱: میانگین درصد مواد باقیمانده روی الک شماره ۱۰

	20	30	۳۵	۴۰
hr 6	66.02	72.25	72.36	75.38
12 hr	82.76	65.16	62.14	66.32
18 hr	73.45	73.47	74.80	77.41
24 hr	76.05	73.32	66.61	78.72

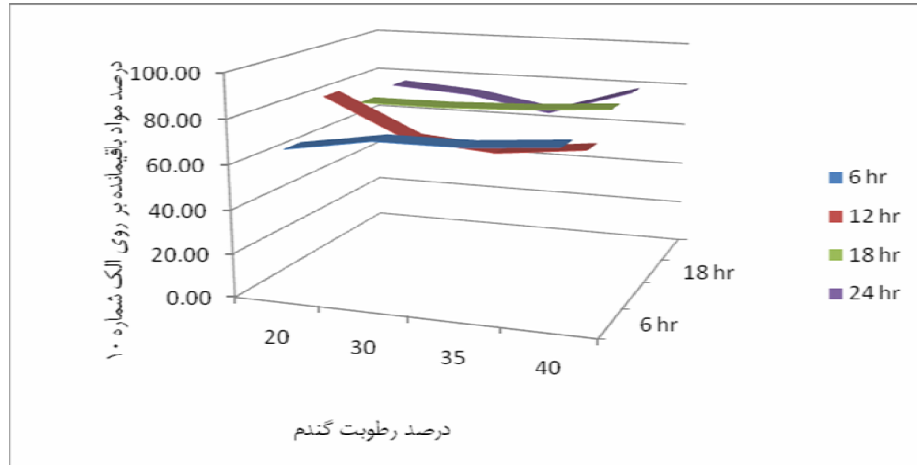
جدول شماره ۲: میانگین درصد مواد باقیمانده روی الک شماره ۱۶

	20	30	۳۵	۴۰
6 hr	20.21	21.43	21.76	20.05
12 hr	10.14	21.93	27.98	25.38
18 hr	14.34	16.06	18.16	16.80
24 hr	12.55	15.76	23.98	16.22

جدول شماره ۳: میانگین درصد مواد باقیمانده روی کفی الکها

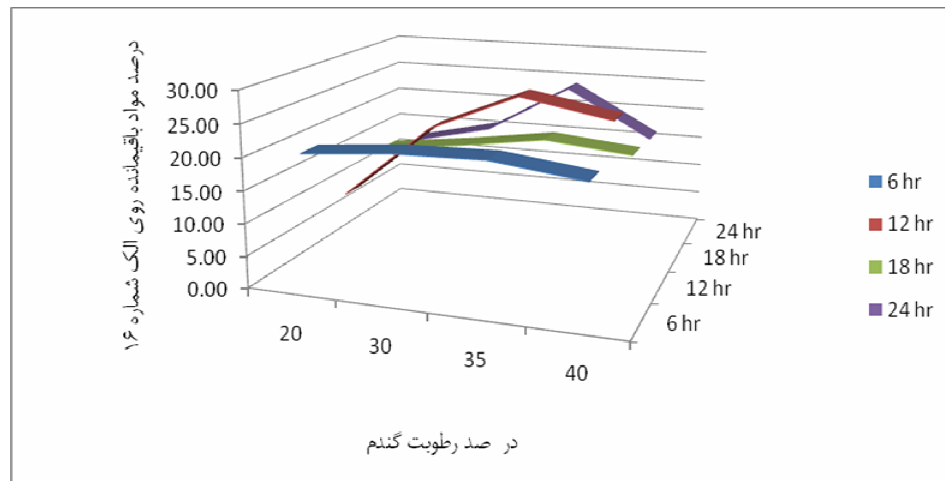
	20	30	35	40
6 hr	13.77	6.32	5.88	4.57
12 hr	7.10	12.90	9.88	8.29
18 hr	12.21	10.47	7.04	5.78
24 hr	11.40	10.92	9.41	5.05





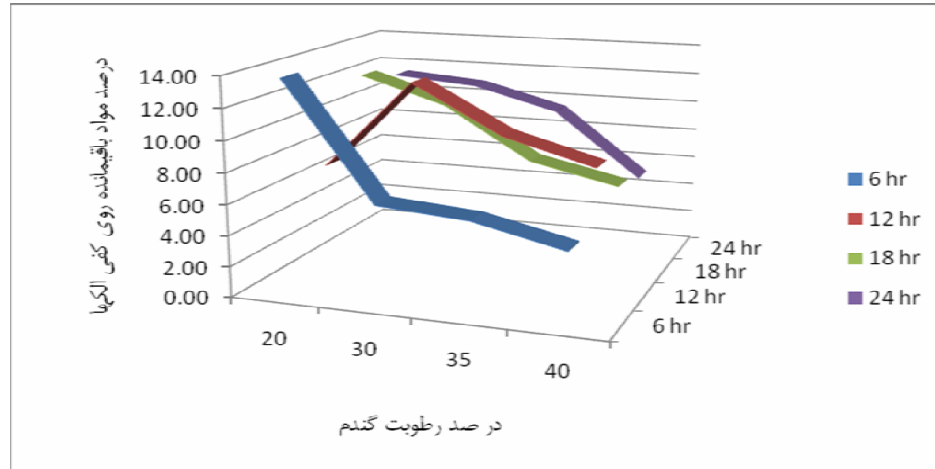
نمودار شماره ۱: منحنی سه بعدی مربوط به درصد مواد باقیمانده بر روی الک شماره ۱۰

منحنی های سه بعدی مربوط به الک شماره ۱۶ در نمودار شماره ۲ مشاهده می شود همانطور که از نمودار برمی آید تمامی منحنی ها تا رطوبت ۳۵٪ روندی افزایشی داشته و در رطوبت ۴۰٪ مقدار مواد باقیمانده روی الک شماره ۱۶ کاهش یافته است. و این نشان می دهد که قطر ذرات با افزایش رطوبت افزایش یافته است و در نتیجه مواد باقیمانده روی الک شماره ۱۶ روند افزایشی را نشان می دهد.



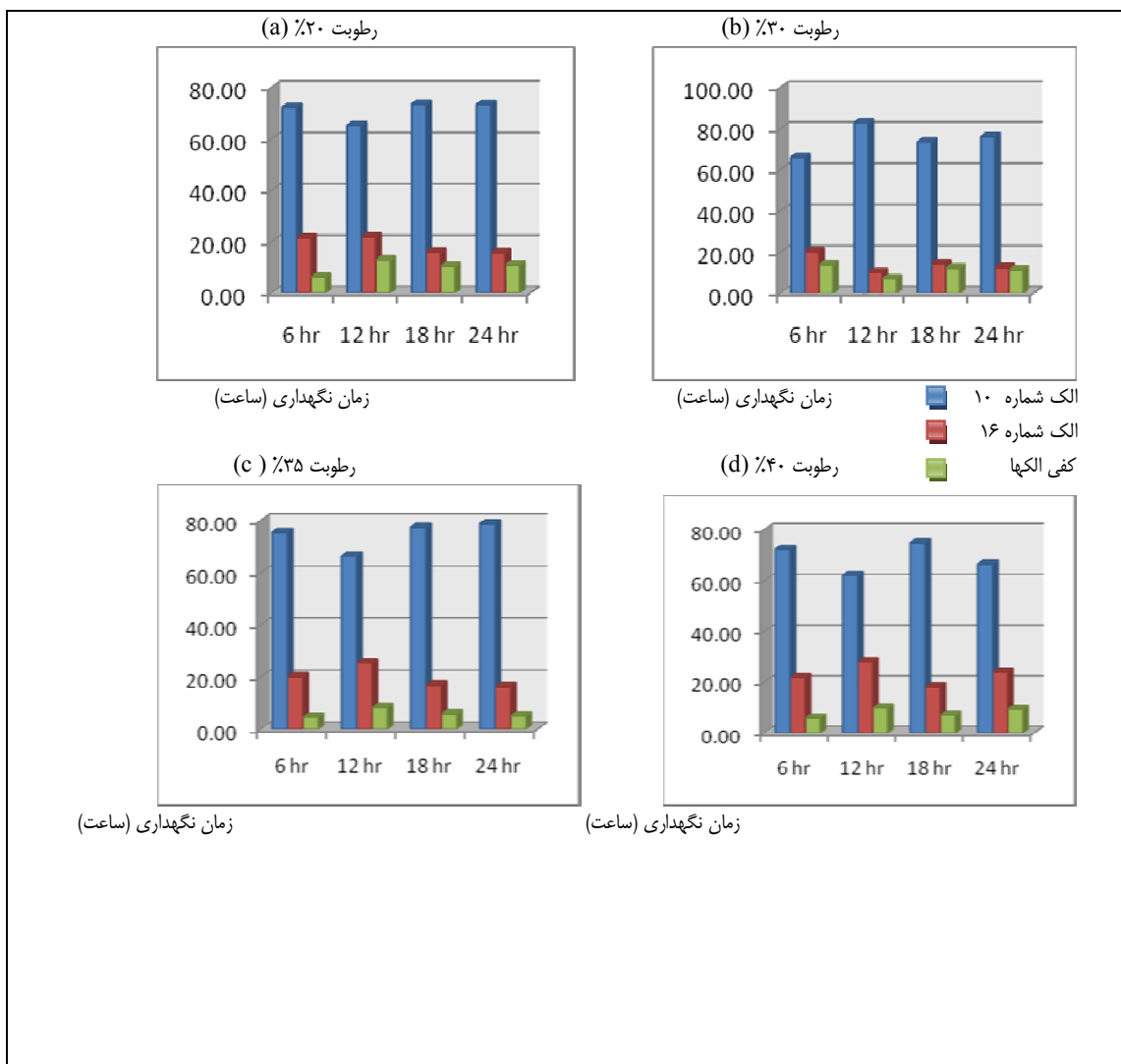
نمودار شماره ۲: منحنی سه بعدی مربوط به درصد مواد باقیمانده بر روی الک شماره ۱۶

در نمودار شماره ۳ شما می توانید منحنی های سه بعدی مربوط به درصد مواد باقیمانده روی الکها را مشاهده کنید که در آن همه منحنی ها کاهشی هستند بغیر از منحنی مربوط به مدت زمان ۱۲ ساعت که از درصد رطوبت ۲۰٪ به ۳۰٪ افزایش یافته و سپس دوباره منحنی روند کاهشی طی می کند. این نمودار به خوبی نشان می دهد که با افزایش درصد رطوبت قطر ذرات افزایش می یابد و در نتیجه میزان مواد عبوری از الک شماره ۱۶ کاهش و در نتیجه درصد مواد باقیمانده روی الکها روند کاهشی را نشان میدهند. بطور کلی از بررسی این سه نمودار می توان دریافت که با افزایش رطوبت گندم در زمان مشروط سازی قطر ذرات آسیاب شده افزایش و میزان آرد بدست آمده از گندم کاهش می یابد.



نمودار شماره ۳: منحنی سه بعدی مربوط به درصد مواد باقیمانده بر روی کفی الکها

شکل شماره ۱ شامل چهار نمودار ستونی است که هر یک از این نمودارها میانگین درصد مواد باقیمانده بر روی الکهای شماره ۱۰ و ۱۶ و کفی الکها در درصد رطوبت های مختلف گندم را نشان می دهد که در هر یک از آنها محور افقی مدت زمان نگهداری هر یک از نمونه هاست که بر حسب ساعت بیان شده است و محور عمودی آن درصد مواد باقیمانده بر روی هر یک از الکها را نشان می دهد بطور مثال نمودار a درصد مواد باقیمانده در رطوبت ۲۰٪ گندم را نشان می دهد همانطور که نمودار a نشان می دهد با افزایش مدت زمان نگهداری درصد مواد روی الک شماره ۱۰ افزایش یافته به عبارت دیگر قطر ذرات افزایش یافته است که بیشترین مقدار را در ۱۲ ساعت را مشاهده می کنیم ولی میزان مواد روی الکهای ۱۶ و کفی آنها روند کاهشی را نشان می دهند که این همان نتیجه ای که از درصد مواد روی الک شماره ۱۰ بدست آمد. بنابراین می توان گفت که با افزایش مدت زمان نگهداری در رطوبت ثابت ۲۰٪ افزایش قطر ذرات آسیاب شده را مشاهده می کنیم.



شکل شماره ۱: مقایسه در صد مواد باقیمانده بر روی هر یک از الکها در رطوبتهای مختلف

همانطور که بیان گردید در این پژوهش از یک طرح دو فاکتوریل استفاده شد نتایج تجزیه واریانس برای داده های مربوط به الک شماره ۱۰، ۱۶ و کفی الکها بترتیب میتوانی در جداول ۴، ۵ و ۶ مشاهده کنید همانطور که ملاحظه می شود تأثیر افزایش رطوبت و مدت زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل این دو فاکتور بر روی یکدیگر در سطح ۵٪ معنی دار است بنابراین می توان نتیجه گرفت که در عمل مشروط سازی گندم هر دو عامل مدت زمان نگهداری و درصد رطوبت گندم در زمان مشروط سازی بسیار مهم و بنابراین هر دو عامل بر روی اندازه ذرات گندم تأثیر دارند.



جدول شماره ۴: تجزیه واریانس درصد مواد باقیمانده بر روی الک شماره ۱۰

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	F crit
مدت زمان نگهداری A	1013.881	3	337.960	*135.184	2.798
درصد افزایش رطوبت B	306.245	2	153.122	*61.249	3.191
A × B	180.103	6	30.017	*12.007	2.295
خطا	120.000	48	2.500		
کل	1620.229	59			

\*: اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ را نشان می دهد.

جدول شماره ۵: تجزیه واریانس درصد مواد باقیمانده بر روی الک شماره ۱۶

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	F crit
مدت زمان نگهداری A	557.381	3	185.794	75.068*	2.798
درصد افزایش رطوبت B	192.517	2	96.258	38.892*	3.191
A × B	133.329	6	22.221	8.978*	2.295
خطا	118.800	48	2.475		
کل	1002.026	59			

\*: اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ را نشان می دهد.

جدول شماره ۶: تجزیه واریانس درصد مواد باقیمانده بر روی کفی الکها

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	F crit
مدت زمان نگهداری A	174.335	3	58.112	23.245*	2.798
درصد افزایش رطوبت B	178.932	2	89.466	35.876*	3.191
A × B	36.015	6	6.002	2.401*	2.295
خطا	120.000	48	2.500		
کل	509.282	59			

\*: اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ را نشان می دهد.

#### منابع

- ۱- کریمی، هادی، ۱۳۵۶، گندم، جلد دوم، چاپ دوم، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.
- 2- Swanson, C. O., and R. O. Pence. 1930. The penetration rate of water in wheat during tempering as disclosed by college mill trials. Am. Miller 58(5): 435-436.
- 3- Kang, S. and S. R. Delwiche. 1999. Moisture diffusion model in of wheat kernels during soaking. American Society of Agriculture Engineers 42(5): 1359-1365.