

## مکانیزاسیون جدا کردن کلاله از گل زعفران، مشکلات و راه حل ها

محمود صفری<sup>۱\*</sup> و سعید ظریف نشاط<sup>۲</sup>

۱. استادیار پژوهش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، (نگارنده مسئول)
۲. استادیار پژوهش بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۰۹  
صفحه ۰۱ تا ۰۹

### چکیده

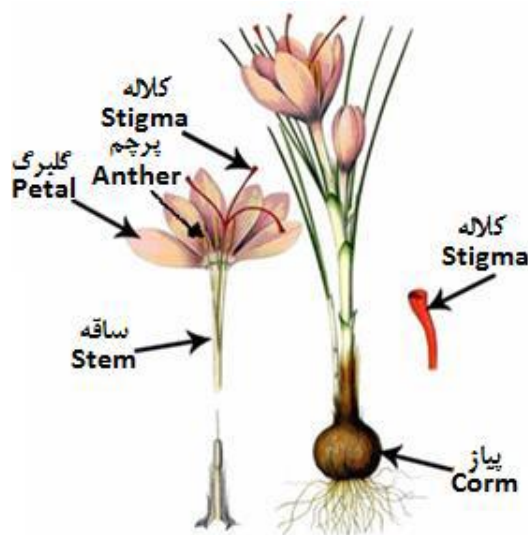
زعفران، یکی از گران قیمت ترین محصولات کشاورزی و مهمترین محصول صادراتی غیر نفتی کشور محسوب می شود. با توجه به بررسی های انجام شده، مکانیزاسیون برداشت و پس از برداشت این محصول مهم، هنوز بصورت سنتی است، یکی از مراحل هزینه بر و وقت گیر همراه با مشقت های کارگری، مرحله جدا کردن کلاله از گل زعفران است. در صورت مکانیزه نمودن این عملیات، مشقت های کارگری کاسته شده و درآمد کشاورز نیز افزایش می یابد. اخیراً روش ها و دستگاه هایی در داخل کشور ساخته شده است که تعدادی از آنها به مرحله تجاری سازی رسیده است. در این مقاله روش های مختلف مکانیزه جدا کردن کلاله از گل زعفران به همراه روش سنتی با یکدیگر مقایسه و مورد بررسی قرار می گیرند. با توجه به نتایج بررسی، یکی از ماشین هائی که نسبت به دستگاه های دیگر عملکرد مناسب تری داشته است، درصد ناخالصی محصول در آن ۳٪ بوده و دارای ظرفیت پنج کیلو گرم در ساعت است که استفاده از آن قابل توصیه است.

واژه های کلیدی: زعفران، کلاله، ماشین جدا کننده، مکانیزاسیون برداشت زعفران

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: email2safari@yahoo.com

## مقدمه:

زعفران با نام علمی *Crocus sativus* L. از قسمت هائی مانند پیاز، گلبرگ، ساقه، پرچم و کلاله تشکیل شده است که قسمت کلاله آن را به عنوان طلای قرمز می شناسند این قسمت به طول ۳۰-۲۵ سانتیمتر است (شکل ۱) (Khalili, 2007).



شکل ۱- اجزاء مختلف گیاه زعفران

بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیر کشت زعفران در کشور در سال ۱۳۹۵ بالغ بر ۱۰۵۲۶۹/۸ هکتار، متوسط عملکرد ۳/۳ کیلوگرم در هکتار زعفران خشک و میزان تولید سالیانه ۳۴۷ تن بوده است (عباد زاده و همکاران، ۱۳۹۶) از دیدگاه جهانی، ایران حدود ۹۳ درصد سطح زیر کشت و تولید زعفران دنیا را در اختیار دارد، زعفران علاوه بر بخش صنایع غذایی، در تولید دارو و صنایع آرایشی و بهداشتی نیز می تواند مورد استفاده قرار بگیرد (شبکه ملی پژوهش و فناوری گیاهان دارویی، ۱۳۹۵). یکی از بزرگ ترین معضلات مکانیزاسیون زعفران، نحوه فرآوری (جدا کردن کلاله از سایر قسمت های گل و بسته بندی مناسب) آن است. در روش سنتی این فرآوری توسط دست انجام می شود؛ که این روش به دلیل رعایت نکردن اصول بهداشتی موجب کاهش کیفیت آن می شود. از طرفی به دلیل طولانی شدن زمان فرآوری، محصول عطر خود را از دست می دهد. هزینه های فرآوری به روش سنتی، تعداد زیادی کارگر نیاز دارد که هزینه های اضافی بر کشاورزان زعفران کار تحمیل می نماید. با مکانیزه شدن مرحله جداسازی کلاله از گل زعفران، علاوه بر کاهش هزینه های تولید، بسیاری از مشکلات آلودگی که در برداشت دستی به وجود می آید حل خواهد شد. در این راستا تاکنون چندین ماشین ویژه در مناطق مختلف استان خراسان رضوی و کشور توسط مخترعین و صنعتگران ساخته و ثبت شده است و از مکانیزم های مختلفی نظیر نیوماتیک، الکترو استاتیک و غیره برای جدا سازی استفاده شده است ولی به دلایل مختلف هیچ کدام از این ماشین ها نتوانسته اند نیاز مربوطه را تأمین نمایند. در تمامی ماشین های اختراع شده، اساس کار بر

جداسازی کلاله از گل تازه برداشت شده بوده است. در این مقاله ماشین ها و مکانیزم های مختلف بررسی، و در نهایت، روش مناسب معرفی می گردد.

### روش های جدا کردن کلاله از گل زعفران

#### الف- روش سنتی (دستی)

در این روش توسط کارگر، کلاله ها از گل های برداشت شده و به صورت دستی جدا می شود (شکل ۲). حساس ترین و وقت گیرترین مرحله در کشت زعفران، این مرحله است. محدوده برداشت محصول زعفران بین ۳۰-۴۵ روز است. در این فاصله زمانی با توجه به سطح وسیع مزارع و کمبود نیروی کارگری و بالا بودن هزینه های کارگری، یکی از معضلات اساسی در کشت این محصول محسوب می شود. در غالب موارد، کشاورز، فرصت کافی برای جدا کردن کلاله از گل های برداشت شده را ندارد و محصول ممکن است ۲-۳ روز طول بکشد تا کلاله از گل آن جدا شود، این عامل باعث پائین آوردن کیفیت محصول و بازارپسندی آن می شود و بستری مناسب برای رشد میکروب ها. فراهم می کند.



شکل ۲- جدا کردن کلاله از گل به روش دستی

#### ب- روش (استفاده از ماشین)

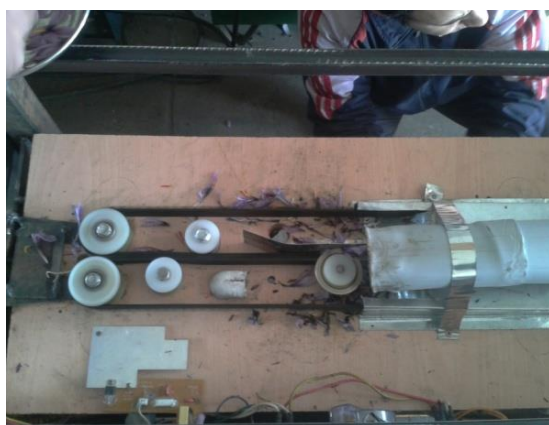
طی بررسی های انجام شده، در داخل و خارج از کشور روش های مختلفی برای جدا کردن کلاله از گل زعفران بکار گرفته شده است که تعدادی از آنها موفقیت آمیز بوده است. در ذیل به تعدادی از این روش ها اشاره می شود:

#### ۱- ترکیب فناوری مکانیکی و نیوماتیک

در این روش، گل های چیده شده به صورت دستی در مسیر تیغه های برش قرار داده می شود (شکل ۴). دستگاه جداکننده شامل دمنده، مخزن جمع آوری کلاله و مخزن جمع آوری سایر اجزاء گل است (شکل ۳). این دستگاه توسط یکی از کارگاه های محلی ساخته شد است. در این روش درصد ناخالصی حدود ۴۰ درصد بوده است که از نظر کیفی، عملکرد مناسبی را نشان نمی دهد. ظرفیت جدا کردن ۰/۵ کیلوگرم بر ساعت است. به هر حال به دلیل نمونه اولیه بودن، می بایست اصلاحات لازم روی این دستگاه اعمال شود تا میزان ناخالصی به ۲-۳ درصد کاهش یابد (صفری و همکاران، ۱۳۹۲).



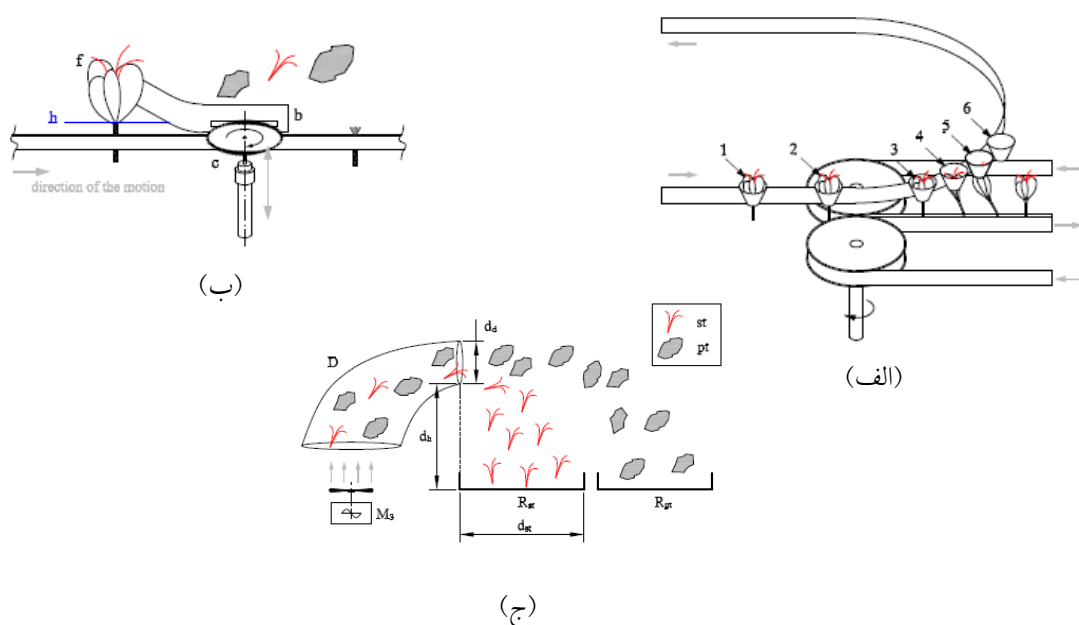
شکل ۳- ترکیب فناوری مکانیکی و پنوماتیک



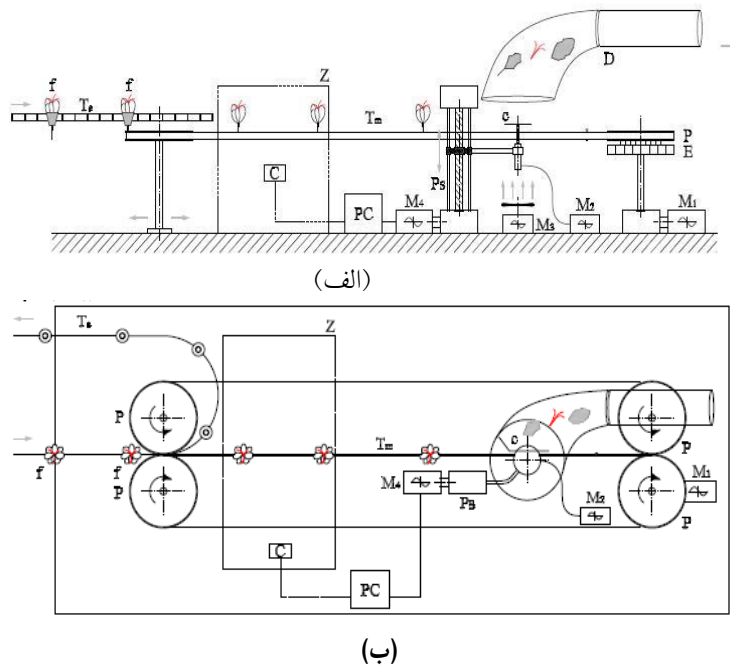
شکل ۴- واحد برش

۲- روش ترکیبی استفاده از چشم الکترونیک و واحد دمنده:

در این روش که نمونه اولیه آن در کشور اسپانیا ساخته شده است گل‌ها به صورت دستی در داخل فنجان هائی قرار داده می‌شوند در حین چرخیدن این فنجان‌ها، انتهای گل‌ها توسط دو تسمه در گیر می‌شود و



شکل ۵- مراحل قرار گرفتن گل‌ها در فنجان‌ها (الف)، برش (ب) و جدایش کلاله از گلبرگ (ج) (Gracia et al., 2009)



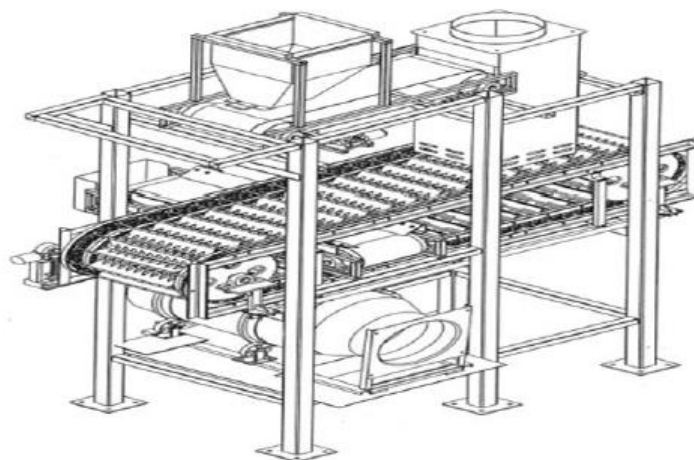
شکل ۶- نمای جانبی (الف) و فوقانی (ب) ماشین برش خودکار جهت جدا کردن کلاله از گل (Gracia et al., 2009)

این عمل باعث خروج گل‌ها از داخل فنجان‌ها شده و به صورت متوالی بر روی یک مسیر مستقیم و توسط تسمه‌های چرخان قرار گیرد (شکل ۵). پس از این مرحله، توسط چشم‌های الکترونیک، محل مناسب برش انتهایی گل به منظور جدا شدن کلاله از گل تشخیص داده می‌شود و پیام لازم به واحد برش که یک صفحه مدور چرخان است ارسال می‌گردد و عملیات برش از منطقه مناسب صورت می‌گیرد. بعد از این مرحله، عملاً کلیه قسمت‌های گل از یکدیگر جدا شده‌اند. در مسیر، یک واحد دمنده قرار دارد که گلبرگ و کلاله‌های جدا شده را به سمت بالا می‌دمد و با توجه به وزن مخصوص و سطح جانبی گلبرگ‌ها و کلاله‌ها، محل فرود آمدن این مواد، متفاوت خواهد بود و در نهایت کلاله تمیز و عاری از سایر مواد قابل دسترس است.

نقطه کلیدی این اختراع، استفاده از سامانه پردازش تصویر به منظور تعیین تصاویری جهت مشخص کردن نقطه مناسب برش است (شکل‌های ۵ و ۶). یک برنامه کامپیوتری قابل انعطاف، تصویر گل را فرآوری می‌کند و آن را به مقادیر محاسبه شده ارسال و در نهایت به یک سامانه برش مکانیکی ساده متصل می‌نماید. نتایج آزمون نشان داد به طور مؤثر، عملیات برش انجام می‌شود (صرف نظر از شکل، اندازه گل، سرعت جابجایی و جهت گل). مزیت اصلی این سامانه این است که سرعت و ظرفیت برش گل‌ها نسبت به روش سنتی (دستی) ۸ برابر افزایش می‌یابد (Gracia et al., 2009).

### ۳- دستگاه مکانیزه جداسازی کلاله از گلبرگ زعفران

در این تحقیق امکان جداسازی کلاله از پرچم و گلبرگ زعفران با جریان عمودی هوا جهت مکانیزه کردن این عمل بررسی شده است. سامانه جداسازی کلاله از گل زعفران طراحی و ساخته شد (Sanabadi et al., 2014). طراحی دستگاه به گونه ای است که نیازهای تعیین شده



شکل ۷- طرحواره سامانه جدا کننده کلاله از گل زعفران (Sanabadi et al., 2014)



شکل ۸- نوار نقاله آکاردوئونی (Sanabadi et al., 2014)

به منظور کاهش زمان و نیروی کارگر مورد نیاز جهت برداشت در طراحی اولیه را پوشش می دهد (شکل ۷). اجزاء دستگاه شامل واحد تغذیه کننده، برش گل، جدا کننده و خروجی است. در این دستگاه از نوار نقاله آکاردوئونی شکل استفاده شده است (شکل ۸). این نوار نقاله مهمترین قسمت سامانه محسوب می شود. گل ها بین تیغه های نوار نقاله ثابت می مانند و برای عملیات برش، شرایط لازم را فراهم می نمایند. نتایج نشان داد که میزان ظرفیت جداسازی این دستگاه ۱۱ کیلوگرم در ساعت با بازده ۵۰٪ است.

#### ۴- ترکیب فناوری مکانیکی، پنوماتیک، الکترونیک و مغناطیسی (ترکیبی)

این دستگاه از سه بخش واحد برش، جداساز و خشک کن تشکیل شده است. سامانه برش توسط چهار مجرای ورودی مجهز به تیغه رفت و برگشتی صورت می گیرد. کارگر گل را تک تک وارد سامانه تغذیه غلطکی تیغه ها می نماید و عملیات برش بر روی آنها صورت می گیرد. (شکل ۹-الف). پس از عملیات برش، اجزاء گل شامل گلبرگ، کلاله، دم برگ و بساک، پس از خروج از واحد برش و ورود به واحد جدا کننده، با استفاده از جریان باد، غربال استوانه ای و یک میدان مغناطیسی از یکدیگر جدا می شوند (شکل ۹-ب). سایر اجزاء گل از قسمت جانبی دستگاه خارج و در یک مخزن جدا گانه ریخته می شود (شکل ۹-پ). ظرفیت دستگاه ۵ کیلوگرم در ساعت با متوسط خطای جدایش (ناخالصی موجود در کلاله های تمیز شده) ۳٪ است. دستگاه برش با دقت ۱/۵ میلی متر با قابلیت شست و شو ساخته شده است و دستگاه می تواند ۱۶ کیلوگرم گل برش خورده را جداسازی کند. منبع تأمین توان، برق ۲۲۰ ولت است. دستگاه خشک کن ترکیبی، با ظرفیت ۱۶ کیلوگرم در ساعت، کلاله زعفران را با رطوبت استاندارد و کیفیت بسیار بالا خشک می کند (ابریشمی فر، ۱۳۸۵)





(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۹- ترکیب فناوری مکانیکی، پنوماتیک، الکترونیک و مغناطیس

### ارزیابی اقتصادی روش ترکیبی:

بررسی اقتصادی واحد برش و جدا کننده کلاله (روش ترکیبی) در جدول ۱ آمده است. نتایج جدول نشان می‌دهد دستگاه ترکیبی در کل دارای درآمد خالص ۲۸۱۵۰۹ هزار ریال و دوره بازگشت سرمایه کوتاه مدت می‌باشد.

جدول ۱ - ارزیابی اقتصادی روش ترکیبی (هزار ریال)

| ظرفیت نظری<br>Kg/h | ظرفیت عملی<br>Kg/h | قیمت تمام شده | عمر مفید | هزینه های جاری | درآمد کل | درآمد خالص | زمان بازگشت سرمایه (سال) |
|--------------------|--------------------|---------------|----------|----------------|----------|------------|--------------------------|
| ۵/۵                | ۵                  | ۵۰۰۰۰         | ۱۰       | ۲۸۴۶۱          | ۶۰۷۵۰    | ۳۲۲۸۹      | ۱/۵                      |
| ۵                  | ۵۰                 | ۳۵۰۰۰۰        | ۲۰       | ۵۰۷۸۰          | ۳۰۰۰۰۰   | ۲۴۹۲۲۰     | ۱/۴                      |

\*هزینه ها مربوط به سال ۱۳۹۲ می باشد

دوره بازگشت سرمایه برای واحد برش ۱/۵۵ سال و برای واحد جدا کننده ۱/۴ سال است (سعیدی راد و همکاران، ۱۳۹۲).

### نتیجه گیری

۱- در روش دستی، نسبت به سایر روش ها، کیفیت برداشت بالاست ولی محدودیت زمانی در جدا کردن کلاله، مشقت های کارگری و افزایش هزینه های کارگری از عوامل مؤثر و محدود کننده است. در این روش، کیفیت جدا کردن کلاله بالاست ولی ظرفیت آن بسیار پایین است.

۲- در روش ترکیبی، میزان ناخالصی کلاله، بین ۲-۳ درصد است. در این روش، ظرفیت جدا کردن کلاله بالا و کیفیت آن در حد قابل قبول است و بطور همزمان عملیات خشک کردن کلاله انجام می شود که باعث کاهش مصرف انرژی و هزینه ها می گردد.

### توصیه های ترویجی:

۱- روش دستی دارای مشقت های کارگری و هزینه های بالایی است، این روش به دلیل طولانی شدن فرآیند، از کیفیت محصول می کاهد و محصول بصورت بهداشتی فرآوری نمی شود، توصیه می شود از روش مکانیزه برای جدا کردن کلاله از گل استفاده شود.

۲- روش مکانیزه ترکیبی، یک روش مؤثر در جهت جدا کردن کلاله از گل زعفران است، توصیه می شود که سرمایه گذاران بخش کشاورزی، دستگاه مربوطه را خریداری و بصورت شرکت های خدمات مکانیزاسیون به کشاورزان خدمات ارائه نمایند. هرچند قیمت اولیه این دستگاه نسبتا بالاست با توجه به ارزش افزوده این محصول، طی یک یا دو سال اولیه از فعالیت دستگاه، هزینه خرید، بازگشت خواهد نمود.

### منابع

۱. بریشمی فر، س. ۱۳۸۵. طراحی و ساخت دستگاه فرآوری زعفران. گزارش ساخت دستگاه الگویی، اداره فن آوری های مکانیزه، سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.
۲. بی نام. ۱۳۹۵. شبکه ملی پژوهش و فناوری گیاهان دارویی (<https://www.mpnet.ir/4140/>)
۳. سعیدی راد، م. ح.، ابریشمی، م. ع.؛ مصطفی وند، ح.؛ ظریف نشاط، س. و نظر زاده اوغاز، ص. ۱۳۹۲.
۴. ارزیابی فنی و اقتصادی ماشین برداشت گل زعفران (مرحله جدا سازی کلاله از گل). هشتمین کنگره مهندسی ماشین های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون. دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۱-۹ بهمن ماه.
۵. صفری، م.، شریف نسب، ه.، عبدی، ر. و ظریف نشاط، س. ۱۳۹۲، ارزیابی فنی و اقتصادی یک



نوع ماشین جدا کننده کلاله از گل زعفران، هشتمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد.  
۶. عباد زاده، ح، ر؛ احمدی، ک؛ محمد نیا، ش؛ طاقانی، ر؛ ع؛ عباسی، م و یاری، ش. ۱۳۹۶. آمار نامه کشاورزی سال ۱۳۹۵. جلد دوم، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری ارتباطات و اطلاعات.

7. Gracia, L., Vidal, C and Gracia, L, C. 2009. Automated cutting system to
8. obtain the stigmas of the saffron flower, Automation and Emerging
9. Technologies, Bio systems, Volume 104, Issue 1, Pages 8-17.
10. Khalili, K., 2007. Simulation of falling saffron flower and the effect of
11. acting forces on flowers orientation. Modeling, Identification and
12. Control. Innsbruck, Austria. 109-113.
13. Sanabadi, M., Samieifar, A and Amini, S. 2014. Designing and building a
14. mechanical system for separating stigmas from the saffron petals, Intl J
15. Agri Crop Sci. Vol., 7 (14), 1417-1430.