فصلنامه‌ی فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فرآورده‌های باغی
سال اول، شماره‌ی دوم، ۱۳۹۱
صص ۳۳-۲۱

کاربرد روش غیرتخریبی MRI در تعیین عوارض درونی پیاز و انار

حمیده فاطمی *
دانشجوی کارشناسی ارشد باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد

مجید عزیزی
دانشیار و عضو هیئت علمی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد

قربان صفائیان لایین
استاد یار و عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی مشهد

هادی زارع
ناظم فنی بخش MRI بیمارستان قائم مشهد

چکیده

با توجه به اهمیت صادرات محصولات باغی و آگاهی از وضعیت سلامت آنها ضروری است که محصولات قبل از بسته بندی درجه بندی شده و سپس با اطمینان کامل نسبت به صادرات اقدام نمود. بسیاری از روشهای مورد استفاده تخریبی بوده و لازم است در راستای استفاده از روشهای غیر تخریبی اقداماتی صورت گیرد. این پژوهش در قالب دو آزمایش جداگانه در زمستان ۱۳۸۸و پاییز۱۳۸۹ انجام شد و هدف از آن بررسی امکان استفاده از روش(Magnetic Resonance Imagine (MRI به عنوان یک روش سالم، غیرتخریبی و بادقت بالا برای تعیین وجود کرم گلوگاه انار در میوه انار و همچنین بررسی وضعیت درونی پیاز از نظر جوانه زنی بود. نتایج حاصل از مقایسه تصاویر بدست آمده از این روش با روش های تخریبی نشان داد که بهترین تصاویر از لحاظ وضوح، کیفیت و توانایی تشخیص عوارض مورد نظر (درصد تطابق با واقعیت) در محصولات مورد بررسی مربوط به عکس برداری بر پایه پارامتر زمانی T1 بود. نتایج ین آزمایش نشان داد این روش توانایی تشخیص جوانه زنی درونی در پیاز و کرم گلوگاه انار را دارا می‌باشد

واژه‌های کلیدی: پدیده تشدید مغناطیسی، جوانه زنی درونی پیاز، روش غیرتخریبی، کرم گلوگاه انار

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: ha.fatemi@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۲ / ۶ / ۱۳۹۱۰ ، تاریخ پذیرش: ۱۴ / ۱۰ / ۱۳۹۱

مقدمه

میوه ها و سبزیها از جمله مهمترین محصولات باغی هستند که نقش مهمی در تأمین نیاز غذایی و سلامت انسان بازی میکنند. این گروه از محصولات کشاورزی به دلیل داشتن رطوبت زیاد فساد پذیر هستند و در دوره پس از برداشت بخش عمده ای از آنها (بین ۵ تا ۵۰ درصد) از بین می‌روند. میزان این ضایعات حتی در برخی موارد تا ۸۰ درصد نیز می رسد. این ضایعات شامل صدمات فیزیکی، عوارض فیزیولوژیک وپاتولوژیک می باشند. صدمات فیزیکی ناشی از مراحل مختلف برداشت تا عرضه به بازار مصرف، بی احتیاطی درعملیات برداشت، جابجایی، بسته بندی،بارگیری و تخلیه میوهها خسارتهایی به آ نها وارد میکند. اختلال اتفیزیولوژیک صرفا در میوه ها ی مناطق معتدله مانندسیب،گلابی و میوه ها ی هسته دار و همچنین در مرکبات مطرح است. عوامل ناهنجاری را می‌توان به دو دسته عوامل درونی مثل پیری و عوامل محیطی مثل سرمازدگی تقسیم کرد. عوارض پاتولوژیک که شامل قارچ ها و آفات می شوند. تعدادی از آفات نیز قبل از برداشت به درون میوه رفته و هنگامی که میوه ها انبار می شوند به تغذیه از میوه پرداخته و سیکل زندگی خود را کامل می کنند و هنگامی که موعد صادرات آنها فرا می‌رسد بخش اعظمی از آنها از کیفیت لازم برای صادرات برخوردار نیستند.

بر طبق آمار مربوط به سال زراعی ۱۳۸۸ ایران با ۵۵ هزار هکتار اراضی سطح زیرکشت، دو درصد کل سطح زیر کشت پیاز جهان را دارا بوده و با یک میلیون و ۹۰۰ هزار تن تولید، چهار درصد تولید پیاز در دنیا را از آن خود ساخته است، اما در سال گذشته تنها ۸۵۰ تن از آن به کشورهای منطقه صادر شدبا توجه به مستعد بودن ایران برای تولید این محصول اگر امکانات لازم برای حمل و نقل انبارداری و بسته بندی آن صورت گیرد می توان مقدار صادرات آن را بالا برد. یکی از مشکلات عمده در انبارداری پیاز، سیر و سایر محصولات پیازی مشکل سبز شدن آنهاست که اگر مدتی در شرایط مناسب برای سبز شدن قرار گیرند چون خود اندام ذخیره ای و واجد مواد غذایی کافی هستند جوانه‌های درونی از این مواد غذایی استفاده کرده و تولید برگ می‌کند که سبب می‌شود بازارپسندی آنها به شدت کاهش یابد. مراحل اولیه در سبز شدن پیاز از ظاهر میوه قابل تشخیص نیست و اگر بتوان با استفاده از یک روش غیرتخریبی سبز شدن را در همان مراحل اولیه تشخیص داد می توان محصول را بلافاصله از انبار خارج کرد تا هم از خسارات بعدی جلوگیری شود و هم هزینه اضافی انبارداری بر کشاورز تحمیل نشود اما تا به حال یک روش کاربردی سالم و با دقت بالا برای این مشکل توصیه نشده است.

با استناد به آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۸۸ انار یکی از محصولات مهم و استراتژیک ایران با سطح زیر کشت، ۶۲۹۵ هکتار با تولید حدود ۷۶ هزار تن در سال است.کرم گلوگاه انار (*EctomyeloisceratoniaeZeller* (Lep.: *Pyrallidae*)) یا کرم دانه خوار یکی از آفات کلیدی انار در ایران به شمار می آید، که لارو این آفت از دانه ها و قسمت گوشتی این میوه تغذیه کرده و موجب لهیدگی، ترشیدگی و سیاه شدن رنگ میوه می شود و عدم مبارزه به موقع با آن می تواند تا ۴۵ درصد از میزان تولیدبکاهد. نظر به اینکه مبارزه مکانیکی، زراعی و یا بیولوژیکی به تنهایی مؤثر واقع نشده‌اند و مبارزه شیمیایی یعنی استفاده از سموم حشره‌کش به دلیل موقعیت ویژه تخمگذاری شب‌پره ماده موفقیت آمیز نیست بلکه سبب بر هم زدن تعادل طبیعی و از بین رفتن حشرات مفیدی که خود می‌توانند کرم گلوگاه را پارازینه کنند خواهد شد. تشخیص آلودگی درمیوه هایی که در زمان برداشت بوسیله نسل آخر شب پره موردحمله قرار می گیرند، مشکل است زیرا هنوز تخم تفریخ نشده و یا لاروهای بسیار ریز سن یک آفت فرصت نیافته اند تا وارد میوه شده و ایجاد آلودگی نمایند. تعداد ی از این میوه ها به عنوان میوه سالم وارد انبار شده و یا در بسته های صادراتی قرار گرفته و بعد از مدت کوتاهی آثار پوسیدگی در این میوه ها آشکار شده و کانون های اولیه آلودگی را تشکیل داده و باعث آلودگی میوه های مجاور خود نیز می گردند. روش مرسوم برای شناسایی انارهای آلوده به کرم گلوگاه استفاده از پمپ باد می باشد، اما این روش دقت پایین، هزینه کارگری بالا و زمان زیادی می طلبد (Shakeri, 2004).

یکی از این روش های غیر تخریبی که دقت بیشتری در مقایسه با بقیه دارد روش MRI[1] است. MRIروشی است که کاربرد اصلی آن در پزشکی است و می‌توان با کمک گرفتن از آن تصاویر بسیار دقیق و واضحی از اندام‌های درون بدن بدست آورد. امروزه تعدادی از متخصصین باغبانی پی بردند که این روش توانایی زیادی در ارزیابی کیفیت درونی میوه‌ها و سبزی ها را دارد.

Clarkو همکاران (1997) MRI را به عنوان تکنیکی سالم غیرتخریبی سریع معرفی کردند. از این روش برای تعیین اختلالات درونی میوه گلابی (Wang & Wang, 1989) ، پیش بینیثبات و استحکام و همچنین برای تعیین تخریب درونی گلابیرقم بارتلت (Wang & Wang, 1989)و رقم کانفرنس (Lammertyn, *et al.*, 2003) استفاده شده است. در سیب برای تعیین

[1] Magnetic Resonance Imaging

قهوه ای شدن درونی (Wang & Wang, 1989)، آبگزیدگی (Byoung-Kwan, *et al.*, 2008) و تعیین آردی شدن سیب و هلو (Barreiroa, *et al.*, 2000) تشخیص وجود بذر در نارنگی (Barreiroa, *et al.*, 2008) پوکی در تربچه (Salerno *et al.,* 2005)، تعیین آسیب مکانیکی در بذر ذرت (Goneli, *et al.,* 2007) استفاده شد. همچنین محققین از این روش برای تعیین رسیدگی در گوجه فرنگی (Musse*et, al.,* 2009)، تعیین آسیب مکانیکی پوست گوجه فرنگی (Rebecca, *et al.,* 2009) و تعیین آسیب سرمایی در خرمالو، گوجه فرنگی (Saltveit, 2002) تغییرات ساختاری بافت کیوی (Taglienti, *et al.,* 2009) مورد استفاده قرار گرفت. Hills & Remigereau (1997) اثبات کردند که آب درسه قسمت سلول گیاهی (واکوئل، سیتوپلاسم، دیواره سلولی) می تواند T2 متفاوت داشته باشد و از این خاصیت می‌توان برای تشخیص قسمتهای مختلف میوه استفاده کرد.

با تاکید بر این نکته که ایران به دلیل برخورداری از شرایط آب و هوایی مناسب، پتانسیل تولید بسیاری از میوه ها و سبزی ها رادر سطح صادرات به سایر کشورها دارا می باشد و توجه به این مسئله که یکی از اصول اساسی در صادرات اطمینان از کیفیت میوه ها و سبزی ها و سلامت آنها می باشد، اما به دلیل نبود امکانات لازم در انبارداری، سورتینگ و بسته بندی متاسفانه ما در بسیاری از محصولات کشاورزی با وجود تولید بالا نه تنها صادرکننده نیستیم بلکه واردکننده نیز هستیم.یکی از امکانات مورد نیاز دراین بخش استفاده از روش‌هایی سالم، غیرتخریبی و با دقت بالا برای خطوط سورتینگ این محصولات است تا بدون تخریب میوه وجود عوارض فیزولوژیک و پاتولوژیک و صدمات فیزیکی را درون این محصولات تشخیص داده تا هم از هزینه های سرسام آور انبارداری اضافی محصولات آلوده کم شود وهم سبب بالا رفتن اعتبار ایران در سطح صادرات جهانی شود. اگرچه استفاده از روش‌های غیرتخریبی در دیگر نقاط جهان روز به روز در حال افزایش است ولی در کشورمان تاکنون گزارشی از استفاده از این روش‌ها در تشخیص عوارض درونی محصولات باغی منتشر نشده است. لذا در این پژوهش بهینه سازی این روش در تشخیص وجود کرم گلوگاه انار و همچنبن جوانه زنی درونی پیاز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

آزمایش اول

این پژوهش در زمستان ۱۳۸۸ برای بررسی امکان استفاده از روش MRI برای تعیین تشخیص جوانه زنی درونی در پیاز انجام شد. ابتدا پیازها در شرایط مناسب برای جوانه زنی قرار گرفت سپس نمونه های مورد نظر به بیمارستان قائم انتقال یافتند و با استفاده از دستگاه پزشکی مدل[1]فیلیپ نیم تسلا عکس برداری انجام شد.در این روش نمونه را در داخل محفظه دستگاه که شامل یک آهن ربای لوله ای شکل بزرگی قرار گرفت و نمونه در یک میدان مغناطیسی خیلی قوی قرار داشت، سپس امواج رادیویی (RF) ۱۰ هزار تا ۳۰ هزار برابر قوی تر از میدان مغناطیسیزمین به نمونه ارسال شد. این امواج اتم های نمونه را تحت تاثیر قرار داد به طوری که هسته اتم ها در موقعیت متفاوتی قرار گیرند.با بازگشت به حالت اول هسته اتم ها امواج رادیویی از خود ساطع کنند.اسکنر این سیگنال ها را دریافت کرده و یک کامپیوتر آنها را به صورت یک عکس درآورد. عکس برداری با توجه به یکسری پارامترهای زمانی انجام شد، PD،T2،T1 که بسته به نوع بافت و آب موجود در آن کیفیت این تصاویر متفاوت است مبنای این تصاویر محل و قدرت سیگنال های ورودی است و بسته به هدف عکس برداری و آب موجود در بافت هر ناحیه سیگنال متفاوتی ایجاد می کند که سبب ایجاد اختلاف در تصویر قسمت های مختلف می شود. ما در این پژوهش از ۳ پارامتر زمانی استفاده شد. تمامی نمونه‌ها با استفاده از سنسور مغز عکسبرداری شدند.

آزمایش دوم

ابتدا میوه های انار مشکوک به آلودگی کرم گلوگاه در پاییز ۱۳۸۹ از باغات آلوده در شهرستان درگز جمع آوری شد و سپس به بیمارستان قائم مشهد انتقال یافتند و با استفاده از دستگاه MRI مدل فیلیپ نیم تسلا عکسبرداری انجام شد. در این پژوهش عکسبرداری از تمامی نمونه ها با استفاده از پارامتر زمانی T1 و با استفاده از سنسور مغز صورت گرفت. کلیه مراحل عکسبرداری در این آزمایش مشابه آزمایش اول بود. نمونه‌های مورد نظر بعد از عکس-برداری برش خوردند و عکس برداری از آنها با دوربین دیجیتال نیز انجام گرفت تا با تصاویر دستگاه MRI مقایسه شوند.

[1] PHILIP

نتایج و بحث

نتایج آزمایش اول

بر طبق تصاویر به دست آمده از دستگاه MRI که بر اساس سه پارامتر زمانی PD،T2،T1 به دست آمدو نتایج زیر حاصل شد.

پارامتر زمانی T1

از میان تصاویر بدست آمده پس از مطابقت با نمونه اصلی چهار تصویر برای مقایسه انتخاب شدند. با مقایسه تصاویر گرفته شده با نمونه اصلی عکس هایی که با توجه به پارامتر زمانی T1 عکس برداری شدند هم وضوح بیشتری داشتند و هم عارضه به خوبی در آنها قابل مشاهده بود(شکل ۱). تصاویری که بر اساس T1 گرفته شده است TR برابر ۵۵۰ میلی ثانیه و TEبرابر ۱۵ میلی ثانیه را داشتند.

پارامتر زمانی T2

از نمونه ها بر اساس پارامتر زمانی T2 نیز عکس برداری انجام شد از قسمت انتهای میوه به سمت ابتدا و تعدادی از این تصاویر که وضوح بهتری داشتند در ادامه آورده شده است، که این تصاویر وجود جوانه درونی به خوبی مشهود است (شکل ۲). با مقایسه بین تصاویر گرفته شده بر اساس پارامتر زمانی T2 با نمونه اصلی تعدادی عکس انتخاب شدند که TR برابر ۲۰۰۰میلی ثانیه و TE برابر۹۰ میلی ثانیه داشتند.

پارامتر زمانی PD

از همان نمونه بر اساس PD نیز عکس برداری انجام شد.بر اساستصاویر گرفته شده بر اساس PD و مقایسه با نمونه اصلی چند عکس انتخاب که TRبرابر۱۸۰۰میلی ثانیه و TE برابر۳۰ میلی ثانیه است (شکل ۳).

نتایج آزمایش دوم

با توجه به نتایج حاصل از تحقیقات قبلی و پیش تست های انجام شده برای انار از پارامتر زمانی T1 استفاده کردیم و نتایج حاصل از عکس برداری ها و مطابقت با نمونه اصلی به این نتیجه رسیدیم که تکنیک MRI توانایی تشخیص عارضه کرم گلوگاه را در مراحل اولیه دارا می‌باشد. این عارضه در تصاویر MRI به صورت سفید رنگ دیده می شود چون در اثر فعالیت لارو بافت محل لهیده و تخریب می شود و آب بیشتری نسبت به اطراف دارد و در این تصاویر TRبرابر ۲۵میلی ثانیه و TE برابر ۱۳/۸ میلی ثانیه داشت (شکل ۴).

از مقایسه بین عکس های که از نمونه پیاز بر اساس سه پارامتر زمانی مختلف گرفته شد هر سه پارامتر توانایی تشخیص این عارضه را در پیاز داشتند اما بهترین عکس ها مربوط به T1 بود. در انار نیز این تکنیک توانایی تشخیص پوسیدگی حاصل از کرم گلوگاه را به عنوان یک روش غیر تخریبی و سالم دارا می باشد، البته این روش بسیار جدید می‌باشد و تا حال نتایجی در رابطه با این محصولات گزارش نشده است و نیاز به تحقیقات بیشتری می باشد. از مزایای این روش تصاویر با کنتراست بالا و قابلیت تصویربرداری از جهات گوناگون و مهم ترین مزیت آن عدم استفاده از پرتوهای یونیزه می باشد. اما با توجه به تمامی مزایای ذکرشده دارای معایبی نیز می باشد از جمله تاثیر مهم سرعت اندازه گیری بر دقت دستگاه می باشد و برای میوه هایی با درصد رطوبت پایین توصیه نمی شود و مدت زمان تصویربرداری آن نیز کمی طولانی است. هزینه اجرای آن نیز بالاست اما با توجه به این مسئله که ارزش سرمایه گذاری در بخش صادرات محصولات باغی برای کاهش ضایعات درکشور بالاست و نیاز به سرمایه گذاری برای آموزش، تحقیق و به کارگیری روش‌های تجربه شده توسط دیگر کشورهای تولید کننده میوه و سبزی به شدت احساس می شود. البته قابل ذکر است که این پژوهش ابتدایی بوده و نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه می باشد امید است که نتایج حاضر بتواند راهنمایی تحقیقات آتی باشد.

منابع

Barreiroa, P., Ortiza, C., M., Ruiz-Altisenta, M., Ruiz-Cabellob, J., Ferna´ndez-VallebRecasensc, I., & Asensioc, M., (2000). Mealiness assessment in apples and peaches using MRI techniques.Magnetic Resonance Imaging, 18: 1175–1181.

Barreiroa, P., Zheng, C., Da-Wen Sun, N., Hern´andez-S´anchez, N., P´erez-S´anchez, J. M., & Ruiz-Cabellob, J., (2008). Non-destructive seed detection in mandarins: Comparison of automatic threshold methods in FLASH and COM-SPIRA MRIs. Postharvest Biology and Technology, 47: 189–198.

Byoung-Kwan, C., & WatcharapolChayaprasert, R. L., (2008). Effects of internal browning and watercore on low field (5.4 MHz) proton magnetic resonance me-asurements of T2 values of whole apples. Postharvest Biology and Tech-nology, 47: 81–89.

Clark, C .J., Hockings, P. D., Joyce, D. C., & Mazuccod, R. A., (1997). Application of magnetic resonance imaging to pre- and post-harvest studies of fruits and vegetables Postharvest Biology and Technology, 11: 1-21.

Goneli, A. L. D., Correa, P. C., Resende, O., & ReisNeto, S. A., (2007). Electrical conductivity forquality evaluation of popcorn kernels subjected to mechanical damage, Biosys. Eng., 96: 361–367.

Lammertyn, J., Dresselaers, T., Van Hecke, P., Jancso´k, P., Wevers, M., & Nicola, B. M., (2003). MRI and X-ray CT study of spatial distribution of core breakdown in 'Conference' pears. Magnetic Resonance Imaging, 21: 805–815.

Hills, B. P., & Remigereau, B., (1997). NMR studies of changes in subcellular water compartmentation in parenchyma apple tissue during drying and freezing. International Journal ofFood Science and Technology, 32: 51–61.

Musse, M., Quellec, S., Devaux, M., Cambert, M., Lahaye, M., & Mariette, F., (2009). An investigation of the structural aspects of the tomato fruit by means of quantitative nuclear magnetic resonance imaging. Magnetic Resonance Imaging, 27: 709–719.

Rebecca, R., Milczarek, M. E., Saltveit, T., & Casey Garvey, M. J., (2009). Assessment of tomato pericarp mechanicaldamage using multivariateanalysis of magnetic resonance images Postharvest Biology and Technology, 52: 189–195.

Shakeri, M., (2004). Pests and diseases of pomegranate.Tasbih publication, P.-126. (In persion).

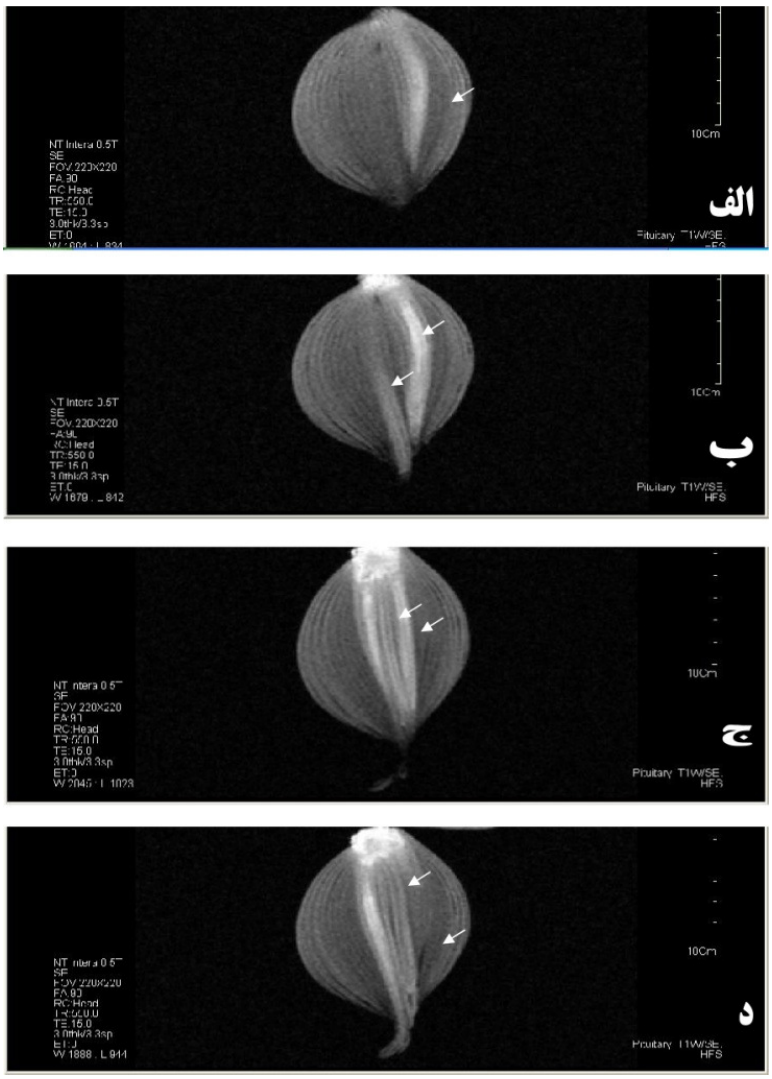
Salerno, A., Pierandrei, F., Rea, E., Sequi, P., & Valentini, M., (2005). Definition ofinternal morphology and structural changes due to dehydration of radish (RaphanusSativus L cv. Suprella) using magnetic resonance imaging spectro-scopy. Journal of Food Quality, 28: 428–438.

Saltveit, M. E., (2002). The rate of ion leakage from chilling-sensitive tissue does not immediately increase upon exposure to chilling temperatures. Postharvest Biology and Technology, 26: 295–304.

Statical yearbook of agriculture., (2009). Statical center of Iran.

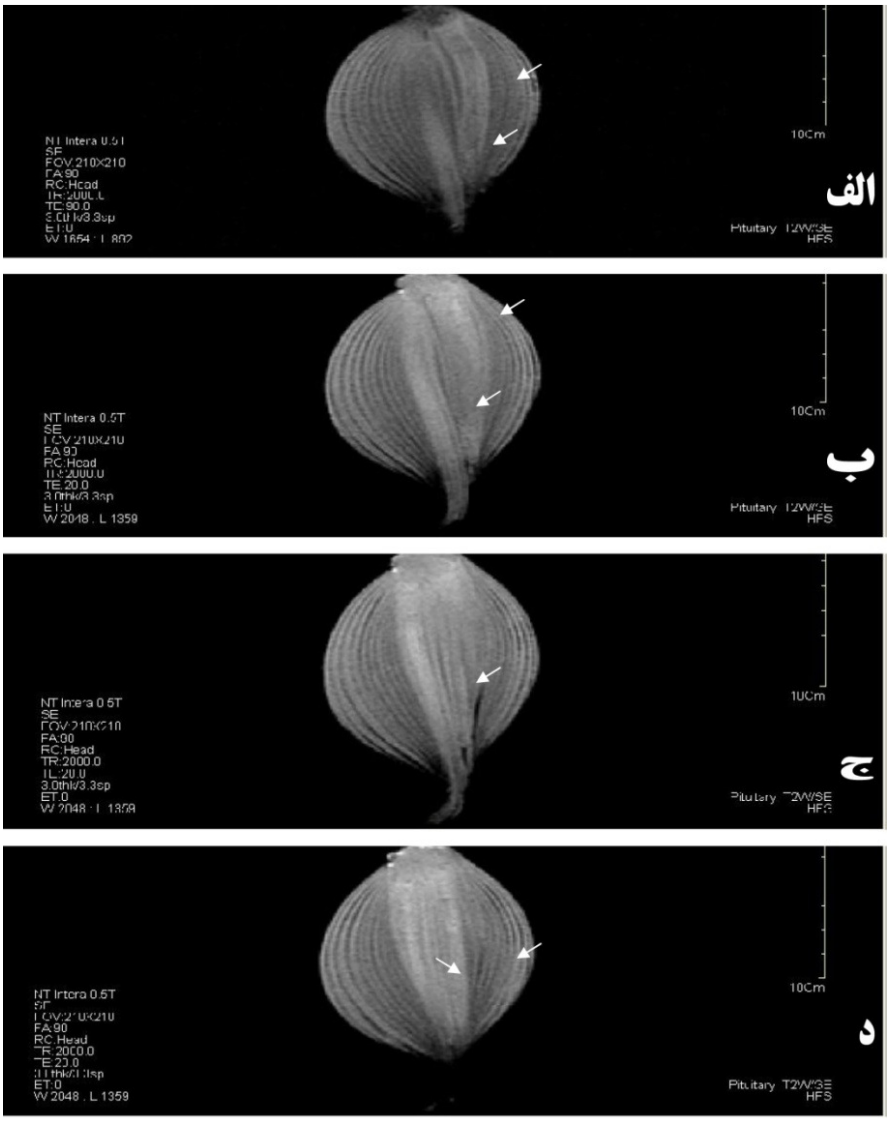
Taglienti, A., Massantini, R., Botondi, R., Mencarelli, F., & Valentini, M., (2009). Postharvest structural changes of Hayward kiwifruit by means ofimaging reso-nance magnetic. Food Chemistry, 114: 1583–1589.

Wang, C. Y., & Wang, P. C., (1989). Nondestructive detection of core breakdown in 'Barlett' pears with nuclear magnetic resonance imaging. HortScience, Alex-andria, 24 (1): 106-109.



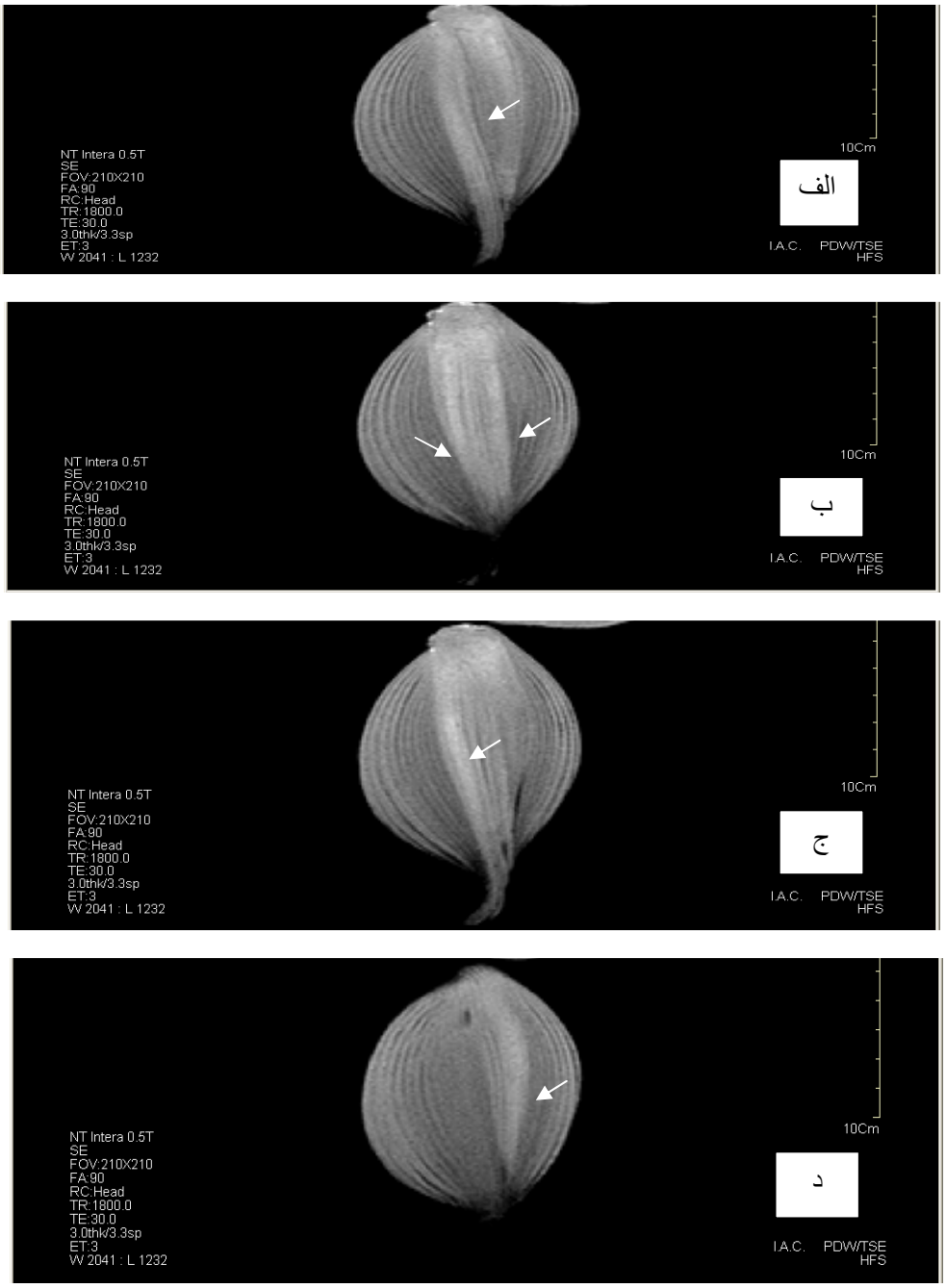
شکل شماره ۱: تصویربرداری براساس پارامتر زمانی T1 ، تصاویر الف تـا د از مقـاطع عرضـی مختلف گرفته شده اند ودر همه تصاویر وجود جوانه درونی به خوبی مشهود است (جوانـه زنـی درونی با فلش مشخص شده)

Fig 1: T1 imagining of MRI in onion (sprouting was shown with arrow)



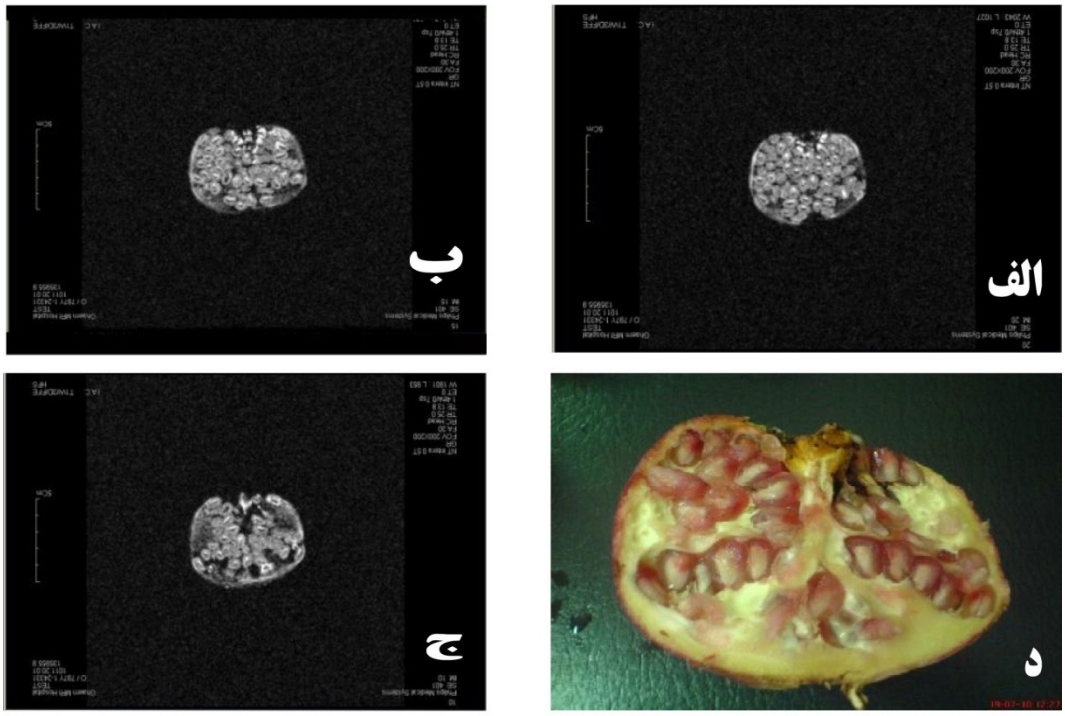
شکل شماره ۲: تصویر برداری بر اساس پارامتر زمانی T2 تصاویر الف تا د از مقاطع عرضی مختلف گرفته شده اند ودر همه تصاویر وجود جوانه درونی به خوبی مشهود است (جوانه زنی درونی با فلش مشخص شده)

Fig 2: T2 imagining on MRI in onion (sprouting was shown with arrow)



شکل شماره ۳: تصویر برداری بر اساس پارامتر زمانی PD از مقـاطع مختلـف پیـازو وجـود عارضه مشهود است. (جوانه زنی درونی با فلش مشخص شده)

Fig 3: PD imaginging on MRI in onion (sprouting was shown with arrow)



شکل شماره ۴: تصاویر میوه انار آلوده به کرم گلوگاه بر اساس T1

Fig4: T1 imaging of MRI Carob moth (*Ectomyelois* ceratoniae Zeller (Lep: Pyralidae) in pomegranate

Postharvest Physiology and Technology of Horticultural Crops
Year 1, No. 2, 2012: 21-33

Application of MRI technique to survey internal disorder of Onion and pomegranate

H. Fatemi, M. Azizi, Gh. Safaeian, H. zare

Abstract

Considering the importance of horticultural products exports, awareness of their health status is essential before sorting, packaging and shipping. Many type of destructive methods used for quality control of the commodity but non-destructive methods need to be developed. The research was conducted in two separate experiments during winter and autumn of 2010. The research was aimed to study possible use of MRI technique as a safe, non-destructive and accurate method to determine the existence of *Ectomyelois ceratoniae* fruit and sprouting in onion. The MRI images were compared with the results of destructive methods for validity. The results of the comparison between picture of MRI and destructive method showed that the best images in terms of clarity, quality and ability to recognize the desire outcome (percentage of compliance with reality) are the images based on T1. The results showed that this method has ability to detect internal sprouting in onion and *Ectomyelois ceratoniae* in pomegranate.

Keywords: Non-destructive method, Onion sprouting, *Ectomyelois ceratoniae*