تحقیقی

مجله دندانپزشکی جامعه اسلامی دندانپزشکان/ دوره ۲۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۸۷، ۱۸۴-۱۹۰

# اثر Manual glide path بر میزان نقص یا شکستگی فایل‌های چرخشی $M_{two}$ در درمان ریشه دندان

دکتر محمدحسن ضرابی[۱]- دکتر مریم جاویدی[۲]- دکتر مهدی وطن پور[۳]- دکتر حبیب اله اسماعیلی[۴]

۱- استاد گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

۲- استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

۳- استادیار گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران).

۴- استادیار گروه آموزشی پزشکی اجتماعی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد.

## چکیده

***زمینه و هدف:*** *: از اصلیترین عوامل شکستن فایل‌های چرخشی، خستگی پیچشی است که ناشی از بالا بودن سطح تماس فایل و کانال و در نتیجه نیروی اصطکاک زیاد می‌باشد. یکی از راههای پیشنهادی جهت کاهش این سطح تماس انجام Manual glide path (تماس ملایم فایل دستی با دیواره کانال) می‌باشد که در این مطالعه سعی شده است تا اثر انجام آن بر میزان ایجاد نقص یا شکستگی فایل‌های چرخشی مورد ارزیابی قرار گیرد.*

***روش بررسی:*** *: این مطالعه آزمایشگاهی بر روی تعداد صد و شصت کانال دندانهای مولر خارج شده انسانی با انحنای متوسط در دو گروه انجام گردید. در گروه اول پس از انجام Manual glide path آماده سازی کانال با فایل‌های چرخشی Mtwo و تکنیک کراون انجام شد. در گروه دوم بدون استفاده از Manual glide path به وسیله فایل‌های هشت، ده و پانزده آماده سازی کانال مشابه گروه اول با فایل‌های چرخشی $M_{two}$ انجام شد. پس از اتمام کار تعداد فایل‌های دچار نقص، تعداد فایل‌های شکسته شده و مجموع آنها در دو گروه با آزمونهای t و Mann-Whitney و Mantel-Cox مورد بررسی قرار گرفتند همچنین از آنالیز Kaplan-Meier نیز به منظور بررسی احتمال سلامت فایل پس از هر بار کاربرد آن استفاده گردید.*

***یافته‌ها:*** *نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که سه متغیر مورد بررسی در دو گروه اختلاف معنی‌داری داشته و انجام Manual glide path سبب کاهش این نقایص شده و تعداد کانال‌های آماده سازی شده را افزایش داده است (نقص فایل‌ها P=۰/۰۳۹ ، شکستگی یا نقص P=۰/۰۰۵ ، تعداد کانال‌های آماده سازی شده P=۰/۰۴۲). همچنین بر اساس آزمون بقا انجام شده احتمال آنکه فایلی پس از آماده سازی ده کانال سالم بماند در گروه اول ۸۱/۵٪ و در گروه دوم ۵۳/۷٪ بوده است. آزمون Mantel-cox انجام شده نشان دهنده معنی‌دار بودن این اختلاف است(P=۰/۰۰۲).*

***نتیجه‌گیری:*** *بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد در صورتی که قبل از به کاربردن فایل‌های چرخشی، ناحیه $\frac{1}{3}$ آپیکال کانال‌ها با فایل‌های دستی شماره پایین Manual glide path آماده سازی شود، میزان نقص یاشکستگی فایل‌ها کاهش می‌یابد.*

***کلید واژه‌ها:*** *Manual glide path (تماس ملایم فایل دستی با دیواره کانال)– نقص – شکستگی – فایل‌های چرخشی نیکل تیتانیوم.*

وصول مقاله: ۱۳۸۶/۴/۱۶ اصلاح نهایی: ۱۳۸۷/۳/۱۹ پذیرش مقاله: ۱۳۸۷/۵/۷

**نویسنده مسئول:** گروه آموزشی اندودنتیکس دانشکده و مرکز تحقیقات دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی مشهد e.mail:zarrabimh@mums.ac.ir

## مقدمه

یکی از مهمترین مراحل درمان ریشه دندان آماده سازی کانال است که شامل حذف انواع محرکهای باکتریایی و غیر باکتریایی است.(۱)، پاکسازی کانال مشتمل بر دو بخش مکانیکی و شیمیایی است که بخش شیمیایی با کمک انواع شستشو دهنده‌ها و قسمت مکانیکی به وسیله فایل‌ها انجام می‌گیرد.(۲)، هرچند امروزه با گسترش انواع فایل‌های چرخشی، از آنها به طور وسیعی در آماده سازی کانال ریشه استفاده می‌شود با این وجود اعتقاد عمومی بر این

Archive of SID

www.SID.ir

است که میزان شکستن آنها بیش از فایل‌های استینلس استیل دستی می‌باشد.(۳)، اما براساس برخی مطالعات انجام شده عملاً میزان این نقایص رخ داده بسیار کمتر بوده و درصد شکستگی حدود ۵٪ گزارش شده است(۴- ۵). به هرصورت ضروری است که به منظورافزایش میزان موفقیت درمان از رخ دادن چنین حادثه‌ای پیشگیری شود.(۶)

به طور کلی فایل‌های چرخشی NiTi به دو شکل ممکن است دچار نقص یا شکستگی شوند، که این دو عبارتند از:

۱-شکستگی خمشی (Flexural Fracture)

۲- شکستگی پیچشی (Torsional Fracture) (۳)

مطالعه Crystallographic وسایل چرخشی NiTi نشان می‌دهند که این فلز در حالت استراحت و در دمای اتاق در وضعیت Austenite بوده و ساختار اتمی آن به صورت کریستال مکعبی می‌باشد، اما هنگامی که این فلز دچار تحمل استرس‌شده و یا دمای آن کاهش یابد این ساختار اتمی تغییر یافته، پیچیدگی خاصی پیدا کرده و وارد مرحله Martensite می‌گردد که به دنبال قطع فشارهای وارده بر فلز و یا برگشت دمای آن به وضعیت عادی مجدداً فلز به حالت Austenitie و ساختار اتمی اولیه باز می‌گردد، این حالت باعث ایجاد خاصیت Super elasticity فلز می‌گردد.(۷)

تبدیل مکرر این دو مرحله به یکدیگر سبب تضعیف فلز و نهایتاً خستگی آن (Metal fatigue) می‌شود که عاقبت منجر به شکستن آن خواهد شد.(۸)، هنگامی که فایل چرخشی در یک کانال انحنادار در حال چرخش است، در مقابل سطح داخلی انحنا دچار Compressive stress و در مقابل سطح خارجی دچار Tensile stress می‌گردد. که هر دوی این فشارها موجب تبدیل مکرر دو مرحله Austenitie و Martenstie بهم می‌شود که نهایتاً براثر خستگی فلز، فایل مزبور دچار شکستگی خمشی می‌گردد.(۳)

اما عاملی که سبب ایجاد شکستگی پیچشی می‌باشد، خستگی فلز نیست بلکه این نوع شکستگی زمانی روی می‌دهد که نوک وسیله یا هر قسمتی از آن در کانال گیر می‌کند اما همچنان نیروی چرخشی به فایل وارد می‌شود. در این صورت فلز ابتدا در محدوده الاستیک دچار انعطاف پذیری می‌شود اما پس از رسیدن به نقطهyield strength وارد مرحله پلاستیک می‌گردد که با توجه به عدم خستگی آن تغییر شکلهایی نظیر افزایش پیچ خوردگی، باز شدن پیچها و... روی می‌دهد که با تداوم اعمال نیرو دچار شکستگی نیز خواهد شد.(۹)

اگرچه تاکنون بررسیهای مختلفی در خصوص عوامل متعدد مؤثر در شکستن فایل‌های چرخشی نظیر سرعت چرخش (۱۰- ۱۲) زاویه و شعاع انحنای کانال‌ها (۱۰) طرح وسیله و تکنیک‌های اینسترومنت کردن (۱۳)، Torque (۱۴) و تجربه عمل کننده (۱۵) انجام شده است، اما کمتر به اثر Manual glide path که همان آماده سازی ناحیه آپیکال به وسیله فایل‌های دستی قبل از کاربرد فایل چرخشی است، به عنوان یک عامل کاهنده سطح اصطکاک بین فایل و دیواره کانال پرداخته شده است. لذا هدف کلی این مطالعه تعیین اثر انجام Manual glide path بر میزان نقص یا شکستگی فایل‌های چرخشی در درمان ریشه دندان بوده است.

## روش بررسی

این مطالعه آزمایشگاهی بر روی تعداد صد و شصت کانال دندانهای مولر فک پایین و بالای انسانی خارج شده انجام گردید. میانگین انحنای این کانال‌ها که با روش Pruett (۱۰) تعیین گردید حدود سی درجه (۱۵- ۳۵) بوده است. نمونه‌های مورد نظر در صورت کسب معیارهای ورود به مطالعه به طور تصادفی به دو گروه با کاربرد و عدم کاربرد Manual glide path تقسیم گردیدند.

نمونه‌ها پس از انتخاب و ضد عفونی شدن (یک ساعت در هیپوکلریت ۵/۲۵٪) و تقسیم بندی تصادفی درد و گروه مورد نظر، تا زمان انجام مطالعه در دمای اتاق و در نرمال سالین نگهداری شدند.

در هر دو گروه پس از تهیه حفره دسترسی و تعیین مدخل کانال‌ها وجود Patency با یک فایل شماره ۱۰ تأیید گردید. سپس اندازه حداکثر قطر انتهای آپیکال با فایل ده و پانزده مشخص شده و اندازه‌گیری طول ریشه نیز به طریقه بصری انجام گردید. آنگاه جهت یکسان‌سازی تمام نمونه‌ها طول کارکرد آنها ۱۶ میلی‌متر تعیین و مازاد آن از سطح اکلوزال دندان حذف گردید. الکتروموتور به کار رفته Endo I T(VDW,Germany) بوده و تنظیم سرعت و Torque مورد نیاز هر فایل نیز بر اساس دستور کارخانه انجام شد. در تمام نمونه‌ها از فایل k.type SS#10 به عنوان Patency و از یک سی‌سی محلول ۲/۵٪ Naocl پس از هرشماره فایل جهت



Archive of SID
www.SID.ir

شستشو و از RC Prep (Premier, USA) به عنوان لوبریکنت استفاده گردید. همچنین جهت یکسان سازی تمام نمونه‌ها مدت کارکرد هر فایل چرخشی پنج ثانیه و دامنه حرکت رفت و برگشت آنها ۲- ۳ میلی‌متر تعیین شد.

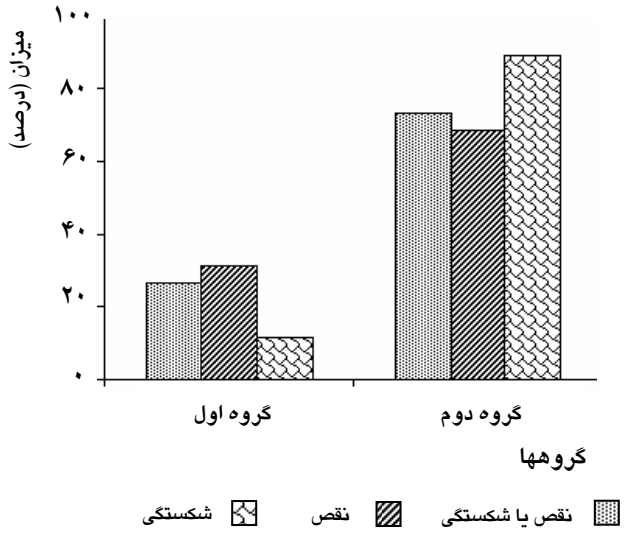
در گروهی که نیاز به انجام Manual glide path قبل از به کاربردن فایل چرخشی داشت این عمل به این شرح انجام گردید: ابتدا با فایل‌های k-type SS#8,10,15 مسیر کانال آماده سازی گردید و سپس استفاده از فایل شماره بیست درحدی بود که تنها تماس ملایمی با دیواره‌های کانال داشته باشد.(۹)

پس از آماده شدن تمام نمونه‌ها جهت کاربرد فایل‌های چرخشی در آنها از سیستم فایل $M_{two}$ بدین منظور استفاده گردید براساس توصیه سازنده کارخانه، سیستم $M_{two}$ را می‌توان با هر دو تکنیک Step back و Crown down استفاده کرد. در این مطالعه از تکنیک آماده سازی کانال (کراون داون) استفاده شد. با توجه به تکنیک آماده سازی کانال (کراون داون) شماره‌های مختلف فایل‌ها به توصیه سازنده به ترتیب زیر استفاده شدند: شماره‌های ۷٪-۲۵٪؛ ۶٪-۲۵٪؛ ۵٪-۲۰٪؛ ۴٪-۳۰٪؛ ۴٪-۴۰٪؛ ۳۵٪. قبل از وارد کردن هر فایل به داخل کانال و پس از اتمام مدت کارکرد تعیین شده آن در کانال سطح فایل با یک ذره بین دارای بزرگنمایی هشت برابر مورد ارزیابی قرار گرفت تا هر گونه نقص یا شکستگی آن مشخص گردد. آماده سازی کانال‌ها و مشاهده و بررسی سلامت فایل‌ها توسط عمل کننده واحد (دستیار تخصصی اندودنتیکس) انجام شد. سپس تعداد کانال‌های آماده سازی شده توسط هر فایل و مجموع تعداد فایل‌هایی که در هر گروه به کار رفته‌اند، ثبت گردید، و تحت آزمونهای آماری مورد مقایسه قرار گرفتند که به این منظور با کمک نرم افزار SPSS ویرایش ۱۳ آزمونهای Independent t ، Mann Whitney و آنالیز بقا Mantel Cox انجام گردید.

## یافته‌ها

بر اساس آزمونهای انجام شده هر دو متغیر شعاع و زاویه انحنا در بین دو گروه اختلاف معنی داری نداشته‌اند ( شعاع انحنا P=۰/۱۹ و زاویه انحنا P=۰/۸۴).

در مجموع تعداد ۴۱ وسیله در دو گروه مورد مطالعه دچار نقص یا شکستگی شدند که ۱۱ مورد آن در گروه اول (Manual glide path) و سی مورد آن در گروه دوم بوده است همچنین از مجموع ۳۲ مورد فایل دچار نقص شده ده مورد در گروه اول و ۲۲ مورد دیگر در گروه دوم (عدم انجام Manual glide path) بوده است. از مجموع نُه فایل شکسته شده نیز تنها یک مورد متعلق به گروه اول و هشت مورد دیگر مربوط به گروه دوم بوده است.(نمودار۱)




**نمودار۱: درصد فراوانی نقص یا شکستگی فایل‌ها در دو گروه مورد مطالعه**

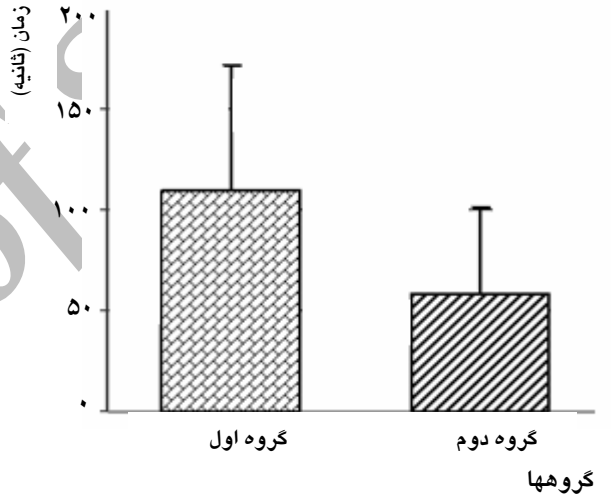
آزمون Kolmogrov - Smirnov نشان دهنده نرمال بودن توزیع نمونه‌ها بر اساس متغیرهای نقص و نقص یا شکستگی بوده است. لذا آزمون Independent t انجام شده برای مقایسه هر یک از این دو متغیر در دو گروه مورد مطالعه نشان می‌دهد که گروه اول به طور معنی‌داری در هر دو متغیر تفاوت معنی‌داری با گروه دوم دارد (نقص یا شکستگی P.V =۰/۰۰۵ ؛ t=۳/۱۲۴ / متغیر نقص P.V =۰/۰۳۹ و t=۲/۱۹۸) با توجه به آنکه تعداد فایل‌های شکسته از توزیع نرمالی برخوردار نبودند جهت مقایسه آنها از آزمون ناپارامتری Mann Whitney U استفاده گردید که نتایج آن حاکی از فقدان تفاوت معنی‌دار بین دو گروه مورد مطالعه از نظر این متغیر می‌باشد. (P.V=۰/۰۷ و Z=-۱/۸)

نمودار متوسط زمان کارکرد فایل‌ها در هر یک از دو گروه نیز نشان می‌دهد که یک ست فایل در گروه اول مدت کارکرد بیشتری داشته است (نمودار۲). در این خصوص آنالیز Kaplan-Meier به منظور تعیین احتمال بقا و سلامت فایل‌ها

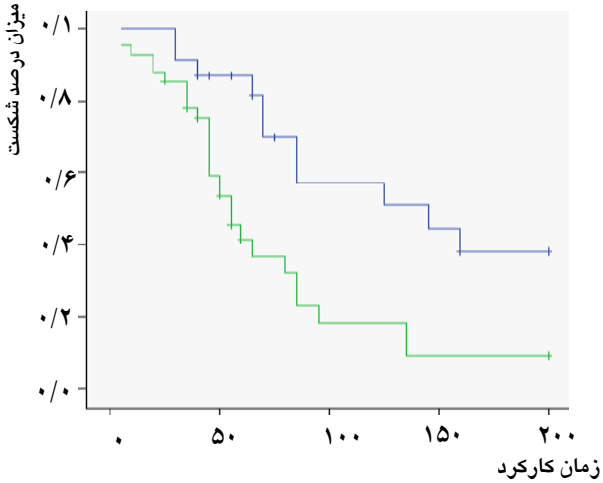


Archive of SID
www.SID.ir

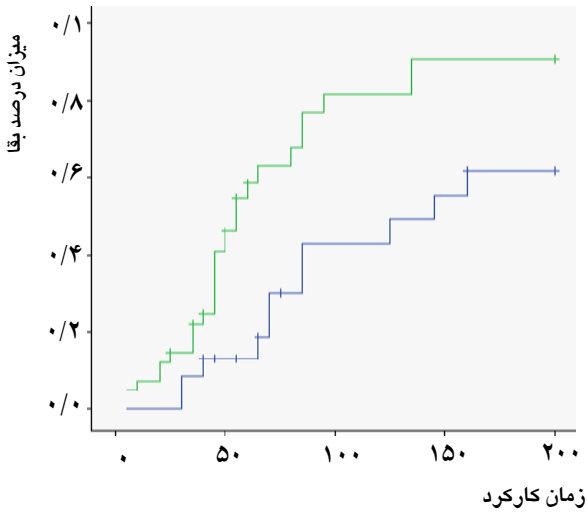
پس از مدت زمانهای کارکرد مختلف و تا رسیدن به پایان آماده سازی هشتاد کانال هر گروه انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که احتمال آنکه در گروه اول یک فایل پس از آماده سازی ده کانال همچنان سالم باشد، ۸۱/۵٪ ، بعد از ۱۷ کانال۵۷/۲٪ و بعد از آماده سازی ۳۲ کانال ۳۸/۱٪ خواهد بود. اما در گروه دوم پس از آماده سازی ده کانال احتمال سلامت فایل ۵۳/۷٪ و بعد از ۱۶ کانال ۳۲/۳٪ و بعد از ۲۷ کانال این میزان به ۹/۲٪ تقلیل می‌یابد(نمودارهای ۳و۴). انجام آزمون Mantel – Cox نیز که بر اساس Log- Rank انجام گرفته، بیانگر معنی‌دار بودن اختلاف بین دو گروه می‌باشد (P.V =۰/۰۰۲ و ۹/۴۲۴= $\chi^2$).




**نمودار۲: متوسط زمان کارکرد یک ست فایل در دو گروه**




**نمودار۳: احتمال شکستن فایل‌های چرخشی در دو گروه انجام و عدم انجام در تماس ملایم فایل دستی با دیواره کانال**




**نمودار۴: احتمال بقای فایل‌های چرخشی در دو گروه انجام و عدم انجام در تماس ملایم فایل دستی با دیواره کانال**

## بحث

در انجام این مطالعه از تعداد صد وشصت کانال با میانگین زاویه انحنای حدود سی درجه استفاده گردیده است. از آنجا که انحنای زیاد کانال خود موجب وارد آمدن فشارهای مکرر منجر به خستگی خمشی فلز بر فایل می‌گردد لذا بهتر است که برای بررسی خستگی پیچشی که بیشتر ناشی از بالا بودن سطح تماس فایل و کانال می‌باشد از نمونه‌هایی استفاده شود که اعمال فشارهای منجر به خستگی خمشی آنها کمتر باشد. لذا به این منظور در مطالعه حاضر از کانال‌های با انحنای متوسط استفاده گردید که این مسئله مورد توافق دیگر مطالعاتی که در این زمینه انجام شده است نیز می‌باشد (۱۶– ۱۷). در مطالعه حاضر حداکثر قطر فورامن آپیکال به اندازه ۰/۱۵ میلی‌متر بوده است که به جهت رعایت درگیری فایل، با دیواره‌های کانال در گروهی که Manual glide path در آنها انجام نشده است این اندازه نمی‌تواند بزرگتر باشد. در گروه اول نیز بنا به تعاریف موجود جهت ایجاد Manual glide path فایل شماره بیست تنها یک تماس ملایم با دیواره‌های کانال داشته است، یکی دیگر از نکاتی که در انجام مطالعه مورد دقت نظر قرار گرفته است توزیع تصادفی نمونه‌ها در دو گروه مورد مطالعه بوده است به نحوی که شعاع انحنا و زاویه انحنای دو گروه هم تفاوتی نداشته تا به این ترتیب کنترل مناسبی برای متغیرهای احتمالی مداخله‌گر موجود انجام گرفته باشد.



Archive of SID
www.SID.ir

تعیین دامنه حرکت فایل‌ها نیز بر اساس مطالعه Li وهمکاران (۱۸) که دامنه ۲- ۳ میلی‌متر را ایمن دانسته‌اند تعیین شده است. سیستم فایل مورد استفاده در این مطالعه $M_{two}$ بوده است که یکی از جدیدترین فایل‌های ارائه شده به بازار می‌باشد. با توجه به سطح مقطع S ایتالیک این فایل می‌توان انتظار داشت که بالا بودن انعطاف پذیری این فایل مقاومت بیشتری در برابر خستگی خمشی داشته باشد چرا که این دو عامل سطح مقطع و مقاومت در برابر خستگی خمشی ارتباط مستقیم دارند (۸ و ۱۹)، اما با توجه به عدم انجام مطالعات گسترده در خصوص عوامل مؤثر بر افزایش مقاومت خستگی فایل مورد نظر، دلیل انتخاب این سیستم بوده است.

با توجه به تناقضات موجود در خصوص سرعت مناسب (۱۲و۲۰)، از سرعت و Torque پیشنهادی کارخانه برای هر یک از فایل‌ها استفاده گردید.

اگرچه در طی انجام این مطالعه از یک ذره بین با بزرگنمایی هشت برابر به منظور بررسی رخ داد نقص یا شکستگیها استفاده گردید لیکن به نظر می‌رسد استفاده از آن چندان حیاتی نباشد و با چشم غیرمسلح نیز امکان‌پذیر باشد هر چند که در دیگر مطالعات (۲۱) نیز تفاوتهایی بین فایل‌های مختلف از این نظر وجود داشته است که می‌توان این آسانی بررسی سطح ظاهری را یک مزیت برای این سیستم دانست. همچنین باید در نظر داشت که با توجه به عدم تأثیرگذاری چرخه‌های متعدد استریلیزاسیون بر میزان شکستن فایل‌ها (۲۲-۲۴) انجام این روند پس از کاربرد هر فایل ضرورت نداشته است. اکثر فایل‌ها (۷۸/۰۴٪) قبل از شکستن دچار نقص شده‌اند که مزیت این فایل‌ها تغییر شکل آن قبل از شکست است که شاید بتوان با یک ارزیابی فایل قبل از کاربرد آن بتوان از شکستن فایل در کانال پیشگیری کرد این نتیجه نیز موافق با نتایج به دست آمده توسط Sattapan و همکارانش(۲۵) بوده است. آزمونهای آماری نشان می‌دهد که تعداد فایل‌های دچار نقص و یا شکستگی شده در دو گروه متفاوت است. همچنین با توجه به اثر مثبت Manual glide path در کاهش ایجاد نقص یا شکستگی فایل‌های چرخشی استفاده از این روند موجب دوام کارکرد آنها خواهد شد که نتیجه مطالعه حاضر نیز موافق با نظرPatino وهمکاران بوده است. (۲۶)

از آنجا که مطالعات مختلف (۲۱ ، ۲۵ ،۲۷) نشان داده‌اند که اکثر ضایعات ایجاد شده در فایل‌های چرخشی به علت خستگی پیچشی بوده است، بنابراین منطقی به نظر می‌رسد که در صورت کنترل عوامل مؤثر بر ایجاد خستگی پیچشی بتوان شکستگی یا ایجاد نقص را در فایل‌های چرخشی تحت کنترل درآورد.

اگر چه مطالعات بسیاری در زمینه فایل‌ها و سیستم‌های چرخشی انجام گرفته است لیکن تاکنون درهیچ‌کدام از آنها در خصوص احتمال بقا فایل‌ها پس از مدتی کارکرد مطلبی بیان نشده است و تنها برخی از محققان نظیر Troian و همکاران(۸) به مقایسه تعداد متوسط فایل‌های به کاررفته در آماده سازی تعداد مشخصی کانال پرداخته‌اند، Patino و همکاران(۲۸) نیز تفاوت معنی‌داری را بین فایل‌های نو و کارکرده سیستم $M_{two}$ نشان داده‌اند اما هیچ‌کدام آنها مشخص نکرده‌اند که احتمال آنکه یک فایل کارکرده بتواند تعداد مشخص دیگری کانال آماده سازی نماید چقدر است. اما در مطالعه حاضر انجام آزمون Kaplan Mayer به این سؤال پاسخ داده است و مشخص کرده که در گروه اول احتمال آنکه فایل بعد از آماده سازی ده کانال همچنان سالم باشد ۸۱/۵٪ و این احتمال در گروه دوم ۵۳/۷٪ خواهد بود آزمون انجام شده نشان می‌دهد که دو گروه از این نظیر نیز اختلاف معنی‌دار دارند.

## نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان بیان کرد درصورتی که پیش از به کاربردن فایل‌های چرخشی، ناحیه آپیکال کانال با کمک فایل‌های ده و پانزده آماده سازی شده و فایل بیست نیز تماس ملایمی با دیواره‌ها داشته باشد، سطح تماس فایل و دیواره‌های کانال و نیروی اصطکاک ناشی از آن و در نتیجه شکست در Torque کاهش می‌یابد و به دنبال آن نیز میزان احتمال شکستن فایل نیز کم می‌گردد.

## REFERENCES

1. Hulsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: Shaping goals, techniques and means. Endod Topics. 2005Mar; 10(1): 30-76.



Archive of SID
www.SID.ir

2. Ingle J, Bachland L. Endodontics. 5th ed. Ontario: BC Decker; 2002, 470-92.
3. Parashos P, Messer HH.Rotary NiTi instrument fracture and its consequences.J Endod, 2006Dec;32(11):1031-43.
4. Parashos P, Gordon L, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. J Endod. 2004Oct; 30(10): 722-5.
5. Alapati SB, Brantly WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM observations of nickel- titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical use. J Endod. 2005Jan; 31(1):40-3.
6. Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, Senger B, Allemann C. Dynamic and cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments. J Endod. 1999Jun; 25(6): 434-40.
7. Thompson SA. An over view of nickel-titanium alloys used in dentistry. Int Endod J. 2000Jul; 33(4):297-310.
8. Troian CH, So MV, Figueiredo JAP, Oliveira EPM. Deformation and fracture of Race and K3 endodontic instruments according to the number of uses. Int Endod J. 2006Aug; 39(8):616-25.
9. Patino PV, Biedma BM, Lie bana CR, Cantatore G, Babillo JG. The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. J Endod. 2005Feb; 31(2): 114-6.
10. Pruett JP, Clement DJ, Carnes JR. Cyclic fatigue testing of nickel - titanium endodontic instruments. J Endod. 1997Feb; 23(2): 77-85.
11. Gabel WP, Hoen M, Steiman HR, Pink FE, Dietz R. Effect of rotational speed on nickel-titanium file distortion. J Endod. 1999Nov; 25(11): 752-4.
12. Daugherty DW. Gound TG, Comer TL. Comparison of fracture rate, deformation rate and efficacy between rotary endodontic instruments driven at 150rpm and 350rpm. J Endod. 2001Feb; 27(2): 93-5.
13. Bryant ST, Thompson SA,Al-omari MA, Dummer PM. Shaping ability of profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: part 2.Int Endod. J 1998Jul; 31(4):282-9.
14. Gambarini G. Rationale for the use of low torque endodontic motors in root canal instrumentation. Endod Dent Traumatol. 2000Jun; 16(3):95-100.
15. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater taper files. Int Endod J. 2002Jan; 35(1): 7-12.
16. Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of protaper rotary instruments. J Endod. 2004Apr; 30(4): 228-30.
17. Martin B, Zelada G, Varela P, et.al. Factors influencing the fracture of nickel-titanum rotary instruments. Int Endod J. 2003Apr; 36(4): 262-6.
18. Li UM, Lee BS, Shih CT, Lan WH, Lin CP. Cyclic fatigue of endodontic nickel-titanium rotary instruments: static and dynamic tests. J Endod. 2002Jun; 28(6): 448-51.
19. Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Malagnino VA, Somma F. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary system. Int Endod J.2006Oct;39(10):755-63.
20. Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater taper files. Int Endod J. 2002Jan; 35(1):7-12.
21. Gorjestani H, Zarrabi MH, Talati A. [An invitro comparative study of the number of instrumented root canals leading to defect of fracture of three rotary systems(Thesis)]. Mashhad:Faculty of Dentistry Mashhad University of Medical Sciences; 1385.(Persian)



Archive of SID
www.SID.ir

22. Silvaggio J, Hicks ML. Effect of heat sterilization on the torsional properties of rotary nickel-titanium endodontic files. J Endod. 1997Dec; 23(12): 731-4.
23. Rapisarda E, Bonaccorso A, Tripi TR, Condorelli GG. Effect of sterilization on the cutting efficacy of rotary nickel-titanium endodontic files. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1999Sep;88(3):343-7.
24. O'Hoy Py, Messer HH, Palamara JEA. The effect of cleaning procedures on fracture properties and corrosion of NiTi files. Int Endod J. 2003Nov; 36(11): 724-32.
25. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JEA, Messer HH. Defects in rotary nickel-titanum files after clinical use. J Endod. 2000Mar; 26(3): 161-5.
26. Hulsmann M, Gressman G, Shcafers F. A comparative study of root canal preparation using flexmaster and Hero 642 rotary NiTi instruments. Int Endod J. 2003May; 36(5): 358-66.
27. Arens FC, Hoen MM, Steiman HR, Dietz GC. Evaluation of single-use rotary nickel-titanium instruments. J Endod. 2003Oct; 29(10): 664-6.
28. Vatanara M, Farhangi H, Nekoofar MH, Sheikhrezaie MS. [Failure mechanisms of NiTi rotary instruments during clinical use: A microscopic study]. J Islamic Dent Assos. 2007 Spring; 18(4): 83-90. (Persian)
29. Patino G, Grande NM, Sorci E, Malagnino VA. Somma FA comparison of cyclic fatigue between used and new Mtwo NiTi rotary instruments. Int Endod J. 2006May; 39(5):716-23.

Archive of SID



www.SID.ir