

## *Feasibility Analysis of Using Anatomic and Dental Formulas in Human Identification*

Elahe Tahmasebi<sup>1</sup>,  
Shahryar Karami<sup>2</sup>,  
Samira Hajisadeghi<sup>3</sup>,  
Mahmood Tavallaie<sup>4</sup>,  
Mohsen Yazdani<sup>1</sup>,  
Mahmood Salesi<sup>1</sup>,  
Maryam Ramezani<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Research Center for Prevention of Oral and Dental Diseases, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Orthodontist, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran Medical Sciences, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Oral and Maxillofacial Medicine, School of Dentistry, Qom University of Medical Sciences, Qom, Iran

<sup>4</sup> Associate Professor, Human Genetic Research Centre, Baqiyatallah University of Medical Science, Tehran, Iran

(Received July 19, 2022 ; Accepted July 24, 2022)

### **Abstract**

**Background and purpose:** Dental and skeletal features, unlike soft tissues, remain unchanged in events where most body tissues are destroyed such as car accidents, plane crash, crimes, etc. Panoramic and lateral cephalometric radiographs can provide useful information about dental and cephalometric indicators in human identification.

**Materials and methods:** A cohort retrospective study was carried out in five stages, including collecting the samples, using a specific tooth counting system, identifying the landmarks in panoramic radiographs and designing a dental formula, designing anatomical formula with cephalometric indicators and identifying operator errors, and matching and data analysis.

**Results:** We studied 180 people, including 97 (54%) women and 83 men aged 15-59 (mean age=25.5) years in Tehran. Average indexes of missing (M), filled (F), Root Canal Therapy (RCT) teeth, crown (C), (Body/Go-Go), (Mf-Mf/Mf-Go(R+L)), De, P, ER, Go in lateral Cephalometry, SNA, SNB, Basal, N-Ans-Me, Ans-Pns/Go-Me, and S-Go/N-Me were not significantly different between cases by comparing the graphs before and after treatments ( $P>0.05$ ). Examination of average indices of implant and dilacerated teeth in general and without considering the number of teeth, did not show a significant difference when the pre/post-treatment graphs were compared ( $P>0.05$ ). In examining the Co-Ans/Co-Gn, Go in panoramic graph, (S-N/S-Ba) and S-N-Ba, no significant difference was observed between the cases ( $P>0.05$ ).

**Conclusion:** Panoramic, lateral cephalometric graphs and designing creative formula can be used in human identification.

**Keywords:** panoramic radiograph, human identification, lateral cephalometry

**J Mazandaran Univ Med Sci 2022; 32 (212): 107-119 (Persian).**

**Corresponding Author: Mohsen Yazdani** - Research Center for Prevention of Oral and Dental Diseases, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran (E-mail: myazdaniandr@gmail.com)

## بررسی امکان سنجی استفاده از فرمول دندانی و آناتومیک در تشخیص هویت انسانی

الهه طهماسبی<sup>1</sup>  
شهریار کرمی<sup>2</sup>  
سمیرا حاجی صادقی<sup>3</sup>  
محمود تولایی<sup>4</sup>  
محسن یزدانیان<sup>1</sup>  
محمود ثالثی<sup>1</sup>  
مریم رضانی<sup>4</sup>

### چکیده

**سابقه و هدف:** ویژگی‌های دندانی و اسکلتی برخلاف بافت نرم در حوادثی (مانند تصادفات رانندگی، سقوط هواپیما، جنایات و...) که اکثر بافت‌های بدن از بین می‌روند، بدون تغییر باقی می‌مانند. رادیوگرافی‌های پانورامیک و لترال سفالومتری، می‌تواند اطلاعات مفیدی در خصوص شاخص‌های دندانی و سفالومتریکی در اختیار قرار دهد، لذا این مطالعه به بررسی امکان سنجی استفاده از فرمول دندانی و آناتومیک در تشخیص هویت انسانی پرداخت.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه کوهورت گذشته نگر در قالب پنج مرحله شامل جمع‌آوری نمونه، یکسان‌سازی سیستم شمارش دندان، شناسایی لندمارک‌ها در پانورامیک و طراحی فرمول دندانی، طراحی فرمول آناتومیک با شاخص‌های سفالومتریکی و شناسایی خطای اپراتور، تطابق و آنالیز داده‌ها انجام شد.

**یافته‌ها:** در مطالعه حاضر، 180 مورد شامل 97 زن (54 درصد) و 83 مرد در بازه سنی 15 تا 59 سال (میانگین 25/5 سال) در شهر تهران بررسی شدند. میانگین شاخص‌های RCT، F، M، (Root Canal Therapy)، C، (crown)، (Body/Go-Go)، (Go، ER، P، De، (Mf-Mf/Mf-Go(R+L))، (N-Ans-Me، Basal، SNB، SNA)، (Ans-Pns/Go-Me) و (S-Go/N-Me) بین دندان‌ها با مقایسه گرافی قبل و بعد از درمان تفاوت معنی‌داری نداشتند ( $P>0/05$ ). میانگین شاخص‌های Im (implant) و d (dilaceration) به طور کلی و بدون در نظر گرفتن شماره دندان، در مقایسه گرافی قبل و بعد از درمان تفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P>0/05$ ). در بررسی شاخص‌های (Co-Ans/Co-Gn)، Go پانورامیک، (S-N/S-Ba) و (S-N-Ba) تفاوت آماری قابل ملاحظه‌ای بین افراد مشاهده نشد ( $P>0/05$ ).

**استنتاج:** تهیه گرافی‌های پانورامیک و لترال سفالومتری و طراحی فرمولی خلاقانه می‌تواند در تشخیص هویت انسانی کاربرد داشته باشد.

**واژه‌های کلیدی:** پانورامیک، تشخیص هویت انسان، لترال سفالومتری

### مقدمه

علم و تکنولوژی تشخیص هویت افراد براساس خصوصیات فیزیکی و رفتاری را زیست‌سنجی (Biometric) می‌نامند (1). زیست‌سنجی فیزیولوژیک مانند اثر انگشت، خصوصیات صورتی، DNA و... اطلاعات بسیار مفیدی

**مؤلف مسئول: محسن یزدانیان - تهران: دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، مرکز تحقیقات پیشگیری از بیماری‌های دهان و دندان**  
E-mail: myazdaniandr@gmail.com

1. استادیار، مرکز تحقیقات پیشگیری از بیماری‌های دهان و دندان، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران
2. متخصص ارتودنسی، گروه ارتودنسی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی آزاد اسلامی تهران، تهران، ایران
3. استادیار، گروه بیماری‌های دهان و فک و صورت، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی قم، قم، ایران
4. دانشیار، مرکز تحقیقات ژنتیک انسانی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 1401/4/28 تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: 1401/4/30 تاریخ تصویب: 1401/5/2

می‌شوند Post-Mortem یا PM (بعد از مرگ) گفته می‌شود (24-27,12,3). تطبیق تصاویر رادیوگرافی AM و PM از جمله مواردی است که جهت تشخیص هویت افراد استفاده شده است (28,4). با توجه به اهمیت تشخیصی این موارد بر آن شدیم این مطالعه را با هدف بررسی رادیوگرافی پانورامیک و لترال سفالومتری از جهت دندان‌های و اسکلتال و کمک آن به تشخیص هویت انسانی انجام دهیم. نتایج این مطالعه می‌تواند در صورت بروز حوادث غیرقابل پیش‌بینی کمک بسیار ارزشمندی در شناسایی پیکرهایی که قابل شناسایی نیستند، باشد. از طرف دیگر از آنجایی که در حال حاضر در اکثر کشورها برای این چنین موارد از تست‌های گران قیمت و زمان‌بر استفاده می‌شود، نتایج این طرح می‌تواند در صرفه‌جویی قابل توجه در زمینه هزینه و زمان موثر باشد.

### مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع کوهورت گذشته‌نگر بود. با توجه به نتایج مطالعه Hofler که در آن حداقل میزان صحت رادیوگرافی پانورامیک در تشخیص هویت بیماران 85 درصد گزارش شده است و با جایگذاری این نسبت در فرمول حجم نمونه برای برآورد نسبت و لحاظ کردن خطای نوع اول 5 درصد و توان آزمون 80 درصد و میزان دقت 10 درصد، حجم نمونه‌ای برابر با 180 نمونه محاسبه شد (1). 180 بیمار ارتودنسی درمان شده که دارای رادیوگرافی پانورامیک و لترال سفالومتری قبل و بعد از درمان با حداقل فاصله 2 سال بودند و بین سال‌های 1395 تا 1400 جهت درمان مراجعه کرده بودند، انتخاب شدند (تعداد 720 رادیوگرافی شامل 360 رادیوگرافی پانورامیک و 360 رادیوگرافی لترال سفالومتری بررسی شدند).

با توجه به این که مطالعه حاضر بر روی رادیوگرافی بیماران انجام شد، هیچ مشکل اخلاقی متوجه طرح تحقیقاتی نمی‌شد و همچنین طرح دارای کد اخلاق (IR.BMSU.REC.1399.265) است.

را در خصوص تشخیص هویت انسانی در اختیار می‌گذارد (2-4). از کاربردهای مرتبط با دندانپزشکی این علم می‌توان به نقش مواردی چون ساختار آناتومیک و هیستولوژیک دندان‌ها، لندمارک‌های استخوانی صورت، سینوس‌های صورت مانند سینوس ماگزیلاری و فرونتال، بزاق، DNA مستخرج از پالپ دندان، Lip Print و Bite Mark اشاره کرد (5-7). بیش‌تر موارد زیست‌سنجی هنگامی که جهت ابزار کمک تشخیصی بعد از مرگ ناشی از بلاهای طبیعی (زلزله و سونامی)، آتش‌سوزی، تصادفات شدید موتورسیکلت، انفجارهای جنگی و .. که بافت نرم فرد به شدت آسیب دیده است، مفید واقع نمی‌شود (2,1). طی دهه گذشته افزایش قابل ملاحظه‌ای در حوادث جمعی و جنایی رخ داده است که فرآیند تشخیص هویت را بیش از پیش با اهمیت کرده است (5). Forensic odontology شاخه‌ای از علم تشخیص هویت است که به کمک ساختارهای دهانی و دندان‌ها که جزء ساختارهای با مقاومت بسیار بالا در بدن می‌باشند، به تشخیص هویت افراد کمک می‌کند (4-2,11-8). مهم‌ترین امتیاز استفاده از ویژگی‌های زیست‌شناختی دندان در شناسایی افراد فوت شده، مربوط به زمانی است که ویژگی‌های زیست‌شناختی دیگر مثل عنیبه، اثر انگشت و چهره قابل استفاده نباشد (12,13). ویژگی‌های دندان‌ها برخلاف بافت نرم در حوادثی که اکثر بافت‌های بدن تغییر می‌یابند و یا از بین می‌روند (مثل تصادفات شدید رانندگی، سقوط هواپیما، زلزله، جنایات شدید و ...) بدون تغییر باقی می‌مانند (19-14). تصاویر رادیوگرافی دندان چه به صورت Bitewing و چه به صورت پانورامیک اطلاعاتی مثل شکل تاج و ریشه، درمان‌های دندان مثل پرکردگی و Bridge را فراهم می‌کنند (23-20). همچنین در رادیوگرافی لترال سفالومتری اطلاعاتی در زمینه زوایای دندان‌ها و اسکلتال فراهم می‌شود که می‌تواند در آنالیزها به ما کمک کند (3). به تصاویر رادیوگرافی که پیش از مرگ گرفته شده‌اند Ante-Mortem یا AM (قبل از مرگ) و به تصاویری که بعد از مرگ گرفته

بر طبق مطالعات انجام شده، در رادیوگرافی پانورامیک تهیه شده از بیمار موارد زیر مشخص و در قالب یک فرمول در پایگاه جمع‌آوری داده ذخیره شدند:

1- missing دندان‌ی (از سگمان بالا راست و دندان سنترال به عقل تا سگمان پایین راست به ترتیب، همچنین در صورت وجود missing در کل سگمنت دندان‌ی از واژه‌های UR {بالا راست}، UL {بالا چپ}، LR {پایین راست}، LL {پایین چپ} استفاده شد). در صورتی که بیمار دندان کشیده شده قبلی داشت نیز، جزو این دسته قرار گرفت.

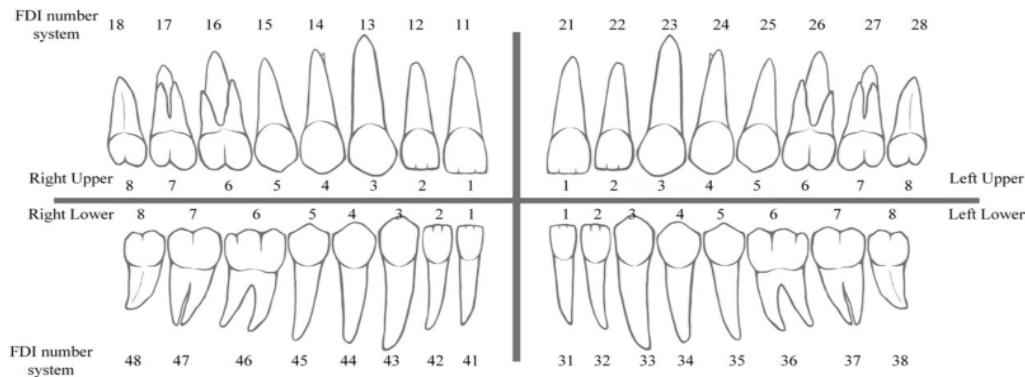
- در صورتی که بیمار دندان نهفته غیرقابل رویش داشت نیز، جزو این دسته قرار گرفت و با I+ شماره دندان‌ی مشخص شد.

2- دندان‌ی اضافه (UR {بالا راست}، UL {بالا چپ}، LR {پایین راست}، LL {پایین چپ}). در صورت وجود دندان اضافه در خط وسط فک بالا (مزیدنس) با حرف m مشخص شد.

3- implant دندان‌ی در ناحیه سگمان دندان‌ی که قبلاً کشیده شده بود (در صورتی که فرد در سگمنتی بی دندان بود مثل مورد بالا از واژه‌های UR {بالا راست}، UL {بالا چپ}، LR {پایین راست}، LL {پایین چپ} استفاده شد).

معیارهای ورود به مطالعه شامل سن بیماران مورد مطالعه بین 15-65 سال، درمان ارتودنسی ثابت adjunctive به صورت non-ext و بدون بستن فضا، وجود رادیوگرافی پانورامیک لترال سفالومتری قبل و بعد از درمان، حداقل فاصله بین رادیوگرافی قبل و بعد بیمار 2 سال باشد، کشیدن دندان جزو اهداف درمانی بیمار نباشد و همچنین در صورت وجود فضا، بستن فضا جزو اهداف درمانی نباشد، بیمار سابقه انجام کار دندانپزشکی (ترمیم، درمان ریشه، کراون) حین درمان ارتودنسی نداشته باشد و بیمار سابقه orthognathic surgery حین درمان ارتودنسی نداشته باشد (1،4). این مطالعه در قالب 5 مرحله شامل جمع‌آوری نمونه، یکسان‌سازی سیستم شمارش دندان، شناسایی موارد در پانورامیک و طراحی فرمول دندان‌ی، موارد بررسی در رادیوگرافی لترال سفالومتری و طراحی فرمول آناتومیک، شناسایی خطای اپراتور و matching و آنالیز داده‌ها انجام شد.

رادیوگرافی بیماران، از کلینیک امام خمینی، شهید شکری و بخش ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه آزاد اسلامی تهران، انتخاب شدند. نمونه‌ها دارای رادیوگرافی قبل و بعد از بیمار با فاصله حداقل 2 سال بودند و همچنین موارد مشخص شده در پرونده بیماران درج شده بود. این مطالعه بر اساس سیستم شمارش دندان‌ی FDI صورت گرفت (تصویر شماره 1) (29).



تصویر شماره 1: سیستم FDI شمارش دندان‌ی



کدهای به دست آمده از رادیوگرافی پانورامیک و لترال سفالومتری توسط دو ارتودنتیست دیگر مجدد ارزیابی و نتایج در پایگاه داده‌ها ذخیره شد. در صورت تفاوت اندازه گیری‌ها بین اندازه گیری کنندگان یا آن مورد از مطالعه کنار گذاشته شد یا به توافق جمعی رسیده شد. هم‌چنین با مقایسه کدهای مربوط به یک بیمار اختصاصی‌ترین نقاط و زوایا و اندازه گیری‌ها معرفی شد.

#### آنالیز آماری

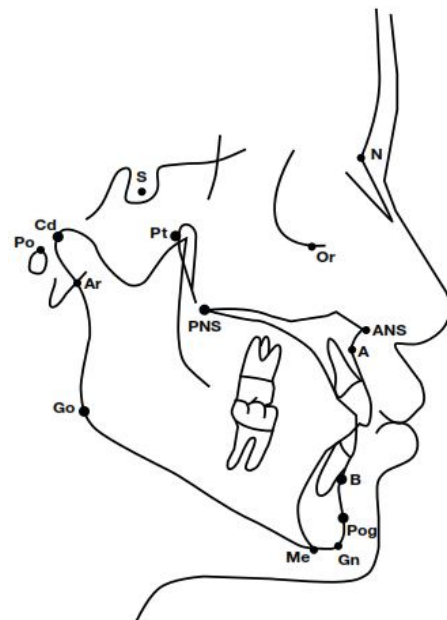
پس از جمع آوری داده‌ها آنالیز آماری به صورت زیر انجام شد:

جهت مقایسه دو گرافی از آزمون‌های آماری مناسب شامل paired T-test و Mc nemar استفاده شد. مقایسه داده‌های کمی از جمله SNA، SNB، Go (lateral cephalometry)، Basal، S.N.Ba، (N.Ans.Me)، (S-N/S-Ba\*100)، (Ans-Pns/Go-Me\*100)، (N-Ans/Ans-Me\*100)، (S-Go/N-Me)، (Co-Gn/Co-Ans\*100)، (Body/Go-Go\*100)، (Mf-Mf/Mf-Go(R+L)\*100) به کمک آزمون paired T-test در بازه زمانی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت ارزیابی داده‌های صفر و یک شامل Er، De، P، Sc، d، IM، RCT، C، F، S، M جهت بررسی در بازه زمانی اولیه و ثانویه (قبل و بعد از ارتودنسی) از آزمون آماری mc nemar استفاده شد. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS ورژن 23 و سطح معنی داری 5 درصد آنالیز شدند.

#### یافته‌ها

در بررسی امکان سنجی استفاده از شواهد آناتومیک و فرمول دندانی، تعداد 180 مورد شامل 97 زن (54 درصد) و 83 مرد (46 درصد) در بازه سنی 15 تا 59 سال (میانگین 25/5 سال) مراجعه کننده به کلینیک شهید شکر و امام خمینی (ره) و هم‌چنین کلینیک ویژه دانشکده دندانپزشکی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم

S.N.Ba، SNB، بازال (پالاتال به مندیولار)، convexity صورت (N.Ans.Me) بود و اندازه گیری‌های خطی شامل: نسبت S-N (طول Anterior. Cranial base) به S-Ba (طول Pos.cranial base) \*100، نسبت Ans-PNS (طول max) به Me-Go (طول base مندیبل) \*100، نسبت N-Ans به CO-Ans (LAFH) \*100، CO-Gn به CO-Ans (طول کلی مندیبل total.mandibular length) \*100 و jarabac index (به درصد S.go/N.me) (تصویر شماره 3).



تصویر شماره 3: لندمارک های مورد استفاده در رادیوگرافی لترال سفالومتری (32).

مشابه آنالیز رادیوگرافی پانورامیک، در رادیوگرافی لترال سفالومتری این کدها به صورت یک کد 11 رقمی، ساخته شدند.

Go، SNA، SNB، S.N.Ba، Basal، N.Ans.Me، S-N/N-Ba، Ans-Pns/Go-Me، N-Ans/Ans-Me، Co-Ans/ Co-Gn، S-Go/N-Me

لازم به ذکر است در اندازه گیری‌های زاویه‌ای بر اساس رفرنس تا 2 درجه تفاوت، خطای اندازه گیری و بیش از آن از نظر آماری و کلینیکی معنی دار در نظر گرفته شد (33).

دندان، در مقایسه گرافی قبل و بعد از درمان تفاوت معنی داری نشان نداد ( $P>0/05$ ) (جدول شماره 3). در بررسی میانگین شاخص‌های De (Defect)، P (Pathology) و Er (Erosion در کندیل) با مقایسه گرافی‌های قبل و بعد از درمان تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $P>0/05$ )، (جدول شماره 4). در بررسی میانگین شاخص‌های (Body/Go-Go)، (Gonial angle)Go، شاخص (Mf-Mf/Mf-Go(R+L)) در رادیوگرافی لترال سفالومتری، SNA، SNB، Basal، (N-Ans/Ans-Me)، (Ans-Pns/Go-Me)، N-Ans-Me و (S-Go/N-Me) یا (Jarabac Index) با مقایسه گرافی قبل و بعد از درمان تفاوت معنی داری مشاهده نشد ( $P>0/05$ ). بررسی میانگین شاخص‌های (Gonial angle) Go در رادیوگرافی پانورامیک، S-N-Ba، (S-N/S-Ba) و تفاوت معنی داری نشان داد ( $P<0/05$ )، (جدول شماره 5).

پزشکی آزاد تهران مورد مطالعه قرار گرفتند. در مرحله اول آنالیز، شاخص‌های اندازه‌گیری شده در مطالعه حاضر که میانگین آن‌ها بین افراد معنی دار نمی‌باشد ( $P>0/05$ )، از جمله شاخص‌های Im و d در هر دندان، S و Sc از مطالعه کنار گذاشته شدند و بررسی بر روی شاخص‌هایی به صورت قبل و بعد از درمان انجام گرفت که در مقایسه بین افراد متفاوت بودند و واریانس اولیه آن‌ها معنی دار می‌باشد ( $P<0/05$ ). میانگین شاخص‌های M (missing) و F (filling) بین دندان‌ها با مقایسه گرافی قبل و بعد از درمان تفاوت معنی داری نداشتند ( $P>0/05$ )، (جدول شماره 1). میانگین شاخص‌های RCT (Root Canal Therapy) و C (crown) بین دندان‌ها با مقایسه گرافی قبل و بعد از درمان تفاوت معنی داری نداشتند ( $P>0/05$ )، (جدول شماره 2). بررسی میانگین شاخص‌های Im (implant) و d (dilaceration) به طور کلی و بدون در نظر گرفتن شماره

جدول شماره 1: شاخص M و F در بازه زمانی مختلف

شاخص M و شماره دندان	درصد قبل از ارتودنسی (frequency1)	درصد بعد از ارتودنسی (frequency2)	سطح معنی داری (before and after)	شاخص F و شماره دندان	درصد قبل از ارتودنسی (frequency1)	درصد بعد از ارتودنسی (frequency2)	سطح معنی داری (before and after)
M11	2/9	2/9	$P>0/999$	F11	6/4	6/4	$P>0/999$
M12	3/5	3/5	$P>0/999$	F12	7	7	$P>0/999$
M13	2/3	2/3	$P>0/999$	F13	2/9	2/9	$P>0/999$
M14	8/8	8/8	$P>0/999$	F14	23	23	$P>0/999$
M15	7	7	$P>0/999$	F15	21	21	$P>0/999$
M16	3/3	3/3	$P>0/999$	F16	26	26	$P>0/999$
M17	2/9	2/9	$P>0/999$	F17	22	22	$P>0/999$
M18	21	21	$P>0/999$	F18	8/2	8/2	$P>0/999$
M21	2/3	2/3	$P>0/999$	F21	5/2	5/2	$P>0/999$
M22	5/2	5/2	$P>0/999$	F22	5/2	5/2	$P>0/999$
M23	2/3	2/3	$P>0/999$	F23	2/3	2/3	$P>0/999$
M24	8/8	8/8	$P>0/999$	F24	19/4	19/4	$P>0/999$
M25	7	7	$P>0/999$	F25	17/6	17/6	$P>0/999$
M26	5/8	5/8	$P>0/999$	F26	24	24	$P>0/999$
M27	4/7	4/7	$P>0/999$	F27	12/9	12/9	$P>0/999$
M28	20	20	$P>0/999$	F28	5/2	5/2	$P>0/999$
M31	2/3	2/3	$P>0/999$	F31	2/3	2/3	$P>0/999$
M32	2/3	2/3	$P>0/999$	F32	2/9	2/9	$P>0/999$
M33	2/3	2/3	$P>0/999$	F33	2/9	2/9	$P>0/999$
M34	5/8	5/8	$P>0/999$	F34	12/9	12/9	$P>0/999$
M35	4/7	4/7	$P>0/999$	F35	15/2	15/2	$P>0/999$
M36	8/8	8/8	$P>0/999$	F36	24/1	24/1	$P>0/999$
M37	5/8	5/8	$P>0/999$	F37	17	17	$P>0/999$
M38	17/6	17/6	$P>0/999$	F38	4/7	4/7	$P>0/999$
M41	2/3	2/3	$P>0/999$	F41	2/9	2/9	$P>0/999$
M42	2/3	2/3	$P>0/999$	F42	2/9	2/9	$P>0/999$
M43	2/3	2/3	$P>0/999$	F43	2/9	2/9	$P>0/999$
M44	5/8	5/8	$P>0/999$	F44	14	14	$P>0/999$
M45	4/7	4/7	$P>0/999$	F45	12/9	12/9	$P>0/999$
M46	6/4	6/4	$P>0/999$	F46	19/4	19/4	$P>0/999$
M47	5/2	5/2	$P>0/999$	F47	11/1	11/1	$P>0/999$
M48	17/6	17/6	$P>0/999$	F48	4/1	4/1	$P>0/999$

جدول شماره 2: شاخص RCT و C در بازه زمانی مختلف

شاخص RCT و شماره دندان	درصد قبل از ارتودنسی (frequency1)	درصد بعد از ارتودنسی (frequency2)	سطح معنی داری (before and after)	آزمون آماری مورد بررسی	شاخص C و شماره دندان	درصد قبل از ارتودنسی (frequency1)	درصد بعد از ارتودنسی (frequency2)	سطح معنی داری (before and after)	آزمون آماری مورد بررسی
RCT11	2/3	2/3	P>0/999	Mc Nemar	C11	2/3	2/3	P>0/999	آزمون آماری مورد بررسی
RCT12	2/9	2/9	P>0/999						
RCT13	2/9	2/9	P>0/999						
RCT14	6/4	6/4	P>0/999						
RCT15	6/4	6/4	P>0/999						
RCT16	12/3	12/3	P>0/999						
RCT17	10/5	11/1	P>0/999						
RCT18	2/3	2/3	P>0/999						
RCT21	2/3	2/3	P>0/999						
RCT22	2/9	2/9	P>0/999						
RCT23	2/3	2/3	P>0/999						
RCT24	12/3	10	P>0/999						
RCT25	11/1	11/1	P>0/999						
RCT26	16/6	11/7	P>0/999						
RCT27	12/3	12/3	P>0/999						
RCT28	2/3	2/3	P>0/999						
RCT31	2/3	2/3	P>0/999						
RCT32	2/9	2/3	P>0/999						
RCT33	2/9	2/3	P>0/999						
RCT34	12/9	7/6	P>0/999						
RCT35	15/2	8/8	P>0/999						
RCT36	17	12/9	P>0/999						
RCT37	13/6	10/5	P>0/999						
RCT38	2/3	2/3	P>0/999						
RCT41	2/9	2/3	P>0/999						
RCT42	2/9	2/3	P>0/999						
RCT43	2/9	2/3	P>0/999						
RCT44	12/9	14	P>0/999						
RCT45	14	12/3	P>0/999						
RCT46	13/5	14/1	P>0/999						
RCT47	11/1	10	P>0/999						
RCT48	2/3	2/3	P>0/999						

جدول شماره 3: شاخص Im و d در بازه زمانی مختلف

شاخص IM و شماره دندان	درصد قبل از ارتودنسی (frequency1)	درصد بعد از ارتودنسی (frequency2)	سطح معنی داری (before and after)	آزمون آماری مورد بررسی	شاخص d و شماره دندان	درصد قبل از ارتودنسی (frequency1)	درصد بعد از ارتودنسی (frequency2)	سطح معنی داری (before and after)	آزمون آماری مورد بررسی
IM Total	15/5	11/6	P>0/999	Mc Nemar	d Total	11/6	11/6	P>0/999	آزمون آماری مورد بررسی

جدول شماره 4: شاخص P، De، Er در بازه زمانی مختلف

شاخص	درصد قبل از ارتودنسی (frequency1)	درصد بعد از ارتودنسی (frequency2)	سطح معنی داری (before and after)	آزمون آماری مورد بررسی
De شاخص	6/6	6/6	P>0/999	Mc Nemar
P شاخص	2/7	2/7	P>0/999	
Er شاخص	2/7	2/7	P>0/999	

جدول شماره 5: تفاوت زوایای اندازه گیری شده در بازه های زمانی اولیه و ثانویه

شاخص	میانگین - (انحراف معیار قبل از درمان) (sd1) - M*	میانگین - (انحراف معیار بعد از درمان) (sd1) - M*	سطح معنی داری	آزمون آماری مورد بررسی
Go (lateral cephalometry)	+ 35/5 (7/67391)	+ 35/9 (7/691265)	P=0/095	Paired T-test
SNA	+ 80/1 (6/136412)	+ 80/3 (6/707376)	p=0/169	
SNB	+ 79/2 (5/130519)	+ 79/5 (5/657836)	P=0/083	
S.N.Ba	+ 132/5 (4/835057)	+ 130/1 (6/912951)	P=0/026	
Basal	+ 27/2 (5/53815)	+ 27/9 (8/631338)	p=0/159	
N.Ans.Me	+ 163/9 (6/186006)	+ 162/3 (5/537749)	P=0/083	
S-N/S-Ba*100	+ 148/3 (14/6625)	+ 145/9 (16/9181)	P=0/023	
Ans-Pns/Go-Me*100	+ 69/5 (6/20845)	+ 70/6 (6/232531)	P=0/068	
N-Ans/Ans-Me*100	+ 79/4 (9/83767)	+ 79/8 (9/489175)	P=0/109	
Co-Gn/Co-Ans*100	+ 83/4 (9/3360309)	+ 81/1 (11/602068)	P=0/040	
S-Go/N-Me	+ 64/2 (4/521553)	+ 64/1 (4/677369)	P=0/083	
Go1 (panoramic)	+ 131/1 (5/817154)	+ 128/9 (8/271077)	P=0/026	
Go2(panoramic)	+ 129/9 (5/95069)	+ 127/7 (8/06115)	P=0/013	
Body/Go-Go*100	+ 33/2 (3/817254)	+ 33/6 (3/741657)	P=0/095	
Mf-Mf/Mf-Go(R+L) *100	+ 44/5 (12/88341)	+ 44/9 (13/26583)	P=0/082	

## بحث

این مطالعه به بررسی امکان سنجی استفاده از شواهد آناتومیک و همچنین فرمول دندان‌ی در تشخیص قربانیان حوادث جمعی پرداخته است. هدف این مطالعه یافتن راهکاری جایگزین در تشخیص هویت انسانی می‌باشد که در مقایسه با تست‌های DNA که امروزه به‌طور رایج جهت این امر صورت می‌گیرد، می‌تواند بسیار کارآمدتر و سریع‌تر باشد.

در این پژوهش شاخص‌های متعددی در نمونه‌های مورد بررسی، تحت مطالعه قرار گرفتند که تعداد قابل توجهی از آن‌ها می‌توانند جهت تشخیص هویت انسانی مورد استفاده قرار گیرند. شاخص‌های مورد مطالعه در رادیوگرافی پانورامیک با درجه اعتماد بسیار بالایی در رسیدن به اهداف تحقیق کمک‌کننده بودند. بررسی لندمارک‌های P، Er، De، RCT، F، C، M، mf-mf/mf-Go(R+L)، (Body/Go-Go) در رادیوگرافی پانورامیک نشان داد که این شاخص‌ها بین افراد مختلف متفاوت می‌باشد، اما میانگین آن‌ها در فاصله زمانی حداقل دو سال مشابه می‌باشد که نشان از اهمیت بالای موارد مذکور در فرآیند تشخیص هویت می‌باشد. شاخص‌های S و Sc از نظر آماری بین نمونه‌ها متفاوت نبود که دلیل آن عدم وجود این شاخص‌ها در تعداد قابل توجهی از نمونه‌های مورد مطالعه می‌باشد. در واقع می‌توان گفت با وجود اینکه از نظر آماری معنادار نیستند اما از لحاظ کلینیکی اهمیت دارند و در صورت وجود می‌تواند تا حد بسیار زیادی به اختصاصیت فرمول فردی بیفزاید و بنابراین وجود آن‌ها در فرمول به شدت توصیه می‌شود. شاخص‌های Imp و d با در نظر گرفتن هر دندان به‌صورت جداگانه تفاوت آماری قابل ملاحظه‌ای بین افراد نشان ندادند و میانگین آن‌ها در مقایسه گرافی قبل و بعد از درمان تفاوت معناداری نشان نداد، اما با بررسی این شاخص به‌طور کلی (total) و بدون در نظر گرفتن شماره دندان، تفاوت آماری قابل ملاحظه‌ای بین افراد مشاهده شد و میانگین آن‌ها در مقایسه گرافی قبل و

بعد از درمان تفاوت معنی‌داری نشان داد. بنابراین این دو شاخص نیز از نظر کلینیکی کاملاً با اهمیت هستند و حضور آن‌ها کاملاً در فرمول تشخیص هویت توصیه می‌گردد. شاخص Go که نمایانگر زاویه گونیال در رادیوگرافی پانورامیک می‌باشد، اگرچه بین نمونه‌ها از نظر آماری اختلاف معناداری داشت اما با بررسی میانگین آن در بازه زمانی متفاوت، نتایج مشابه به دست نیامد که می‌تواند به علت تهیه رادیوگرافی‌ها از مراکز مختلف در تعدادی از نمونه‌ها و همچنین موقعیت متفاوت سر در هنگام تهیه رادیوگرافی باشد که در صورت رفع این نواقص، این لندمارک نیز می‌تواند به موارد دیگر به جهت افزایش هرچه بیشتر دقت پروسه تشخیص هویت اضافه شود. جهت اختصاصی‌تر کردن هرچه بیشتر فرمول تشخیص هویت و افزایش دقت در افراد جامعه به‌خصوص افراد بدون دندان، شاخص‌هایی در رادیوگرافی لترال سفالومتری شناسایی و مورد استفاده قرار گرفت. لندمارک‌های Go در لترال سفالومتری، SNA، SNB، Basal، N-Ans/Ans-Me، S-Go/N-Me، Ans-Pns/Go-Me بین افراد مختلف کاملاً متفاوت و اختصاصی بود و میانگین آن‌ها در طول زمان بدون اختلاف معنادار و بنابراین بسیار کمک‌کننده در هر چه بیشتر اختصاصی شدن تشخیص هویت می‌باشند. لندمارک‌های S-N-Ba، S-N-Ba و S-N/N-Ba و Co-Gn/Co-Ans بین نمونه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بودند و بررسی رادیوگرافی‌ها در بازه زمانی مختلف تفاوتی نشان داد که از نظر آماری قابل ملاحظه در نظر گرفته شد. از دلایل این اختلاف در تعداد قابل توجهی از نمونه‌های مورد مطالعه می‌توان به سوپرایمپوزیشن لندمارک‌ها به خصوص در ناحیه Ba و Co و به تبع آن تفاوت در اندازه‌گیری بین ارتودنتیست‌ها و همچنین تفاوت در تهیه گرافی‌ها بین مراکز مختلف در شماری از نمونه‌ها اشاره کرد. البته باید اشاره کرد در مواردی که این نقاط کاملاً واضح بود، در بازه زمانی مختلف تفاوت معنادار نبود و کمک‌کننده در پروسه تشخیص

هویت بود و در صورت کیفیت خوب گرافی‌ها و تهیه آن‌ها از یک مرکز و همچنین یکسان‌سازی تریسینگ سفالومتری‌ها با نرم‌افزارهای تریسینگ، این نقاط می‌توانند تا حد بسیار زیادی به دقت تشخیص هویت اضافه کنند.

لازم به ذکر است اندازه‌گیری‌ها بین ارتودنتیست‌ها در خصوص شاخص‌های مذکور تفاوتی نداشت (به جز در مواردی که نقاطی چون Co و Ba وجود داشتند که مورد بحث قرار گرفت) و شاخص‌هایی مانند زاویه اینتر اینسایزال (II) که می‌تواند زاویه مهم دیگری در پروسه تشخیص هویت باشد، به دلیل تحت تاثیر قرار گرفتن ناخواسته در حین ارتودنسی و به تبع آن تفاوت بین گرافی‌های اولیه و ثانویه از ابتدا از مطالعه کنار گذاشته شد.

فرمول آناتومیک و دندان‌ی به دست آمده از جهات متعددی نسبت به موارد سنتی تر Forensic Dentistry دارای مزیت می‌باشد. تکنیک‌های DNA-BASE که روش سنتی اصلی در پروسه تشخیص هویت می‌باشد، با وجود دقت بالا، زمانبر بوده و هزینه بالایی نیز دارند و جایگزینی آن‌ها با تکنیک‌های ساده‌تر می‌تواند باعث سهولت و پیشرفت بیش‌تر دندانپزشکی قانونی گردد. بیومارکرهای خاص، آنزیم‌ها و گروه خونی از فاکتورهای کمک‌کننده رایج دیگری در پروسه تشخیص هویت هستند که می‌توانند از بزاق و خون به جا مانده به دست آیند. بدیهی است که این موارد در معرض آلودگی دچار دژنراسیون شده (5) و اهمیت تشخیصی خود را از دست می‌دهند. موارد دیگر نیز از جمله Lip Print، Bite Mark و خصوصیات ظاهری بافت نرم صورت علاوه بر از بین رفتن با گذر زمان، در حوادث طبیعی، کشتار جنگی و آتش‌سوزی‌ها در معرض آسیب بوده و تکنیک‌های دیگری با رفرنس‌های بافت سخت جهت تشخیص هویت دارای برتری می‌باشد. در توجیه اقدام به پژوهش حاضر، باید توجه داشت که تا کنون هیچ مطالعه‌ای به صورت مستقیم از لندمارک‌های رادیوگرافی پانورامیک در تشخیص هویت استفاده نکرده است و

همچنین شاخص‌های سفالومتریک در هیچ مطالعه‌ای در طراحی فرمول دندان‌ی و آناتومیک مورد استفاده قرار نگرفته است. مطالعات قبلی در بررسی رادیوگرافی پانورامیک در کمک به تشخیص هویت انسانی دارای نقایصی در طراحی و اجرا از جمله حجم ناکافی نمونه و همچنین بررسی صرف ایندکس‌های خاص مثل تاکید بر عملکردی و عدم بررسی دیگر شاخص‌ها بودند و بررسی‌های forensic در رادیوگرافی لترال سفالومتری معمولاً محدود به تفاوت‌های جنسیتی بود و شاخص‌های آناتومیک در هیچ مطالعه‌ای به طور مستقیم در شناسایی هویت به کار برده نشده بود. مطالعه حاضر با تلفیق تعداد زیادی از لندمارک‌های دندان‌ی و سفالومتریک سعی در کاهش هرچه بیش‌تر نقایص در این زمینه داشته و می‌تواند جایگزین مناسبی برای تست‌های DNA، اثر انگشت و سایر روش‌های سنتی در زمینه تشخیص هویت در نظر گرفته شود.

در جدیدترین مطالعه در زمینه forensic dentistry که در سال 2022 با موضوع "رادیوگرافی دندان‌ی و دیجیتال در کنار پروسه‌های بیولوژیکی در تشخیص هویت انسان" به چاپ رسید، ضمن بررسی جامع روش‌های گوناگون در پروسه تشخیص هویت، تاکید زیادی بر روش‌های مبتنی بر رادیوگرافی کرده است و این متد را از متدهای اصلی تشخیص هویت در آینده دانسته است (5). با توجه به زمانبر و پرهزینه بودن تست‌های تشخیصی سنتی، می‌توان از رویکرد تشخیصی جایگزین با هزینه کم‌تر و صرفه جویی بیش‌تر در زمان و همچنین اثربخشی مشابه استفاده کرد و بدین ترتیب کمک بزرگی در جهت تشخیص هویت انسانی صورت می‌گیرد. نتیجه تحقیق حاضر حاکی از آن است که در صورت وجود گرافی‌های Base line، با تهیه گرافی‌های مورد بررسی پس از حوادث جمعی، فرمول خلاقانه زیر می‌تواند در تشخیص هویت انسانی مورد استفاده قرار گیرد و با کاربرد درست، جایگزین روش‌های قدیمی در این زمینه باشد.

نمونه به دلیل کیفیت نامناسب یکی از چهار رادیوگرافی هر نمونه بالاجبار کنار گذاشته شدند. بنابراین پیشنهاد می‌شود مواردی با همین فرمولاسیون اما به صورت آینده‌نگر انجام شود تا بتوان مداخله گرهایی از جمله کیفیت رادیوگرافی و محل تهیه رادیوگرافی‌ها را حذف کرد و با اتکای بیش‌تری از این فرمول در تشخیص هویت انسانی استفاده نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود در کنار مطالعات آینده‌نگر در این زمینه و در جمعیت غیر درمانی، مطالعاتی درخصوص مقایسه این روش خلاقانه و تست‌های تشخیصی سنتی صورت گیرد تا در صورت تایید کارایی آن‌ها به‌طور جامعی در پروسه تشخیص هویت انسانی مطرح شود.

M, S, Im, C, F, RCT, d, Body/Go-Go, Mf-mf/mf-Go(R+L), Sc/De/Er/P, Go, SNA, SNB, Basal, N.Ans.Me, Ans-Pns/Go-Me, N-Ans/Ans-Me, S-Go/N-Me

لازم به ذکر است هیچ‌گونه تعارض منافی در این مطالعه وجود نداشته و پروژه باهزینه شخصی و بدون حمایت مالی سازمانی یا شرکتی انجام شده است.

#### پیشنهادات و محدودیت‌ها

جمع‌آوری نمونه‌های مطابق با معیارهای ورود و خروج، از مشکلات این طرح بود و به دلیل عدم تناسب با معیارهای مذکور مجبور به حذف تعداد قابل توجهی از رادیوگرافی‌ها شدیم. همچنین تعداد قابل توجهی

## References

- Hofer M, Marana A. Dental Biometrics: Human Identification Based On Dental Work Information. Proceedings of the 20<sup>th</sup> Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing. 2007 Nov; Sibgrapi 2007.
- Oktay A. Human Identification with Dental Panoramic Radiographic Images. IET Biom 2017; 7(4): 349-355.
- Durão AR, Pittayapat P, Rockenbach MI, Olszewski R, Ng S, Ferreira AP, et al. Validity of 2D lateral cephalometry in orthodontics: a systematic review. Prog Orthod 2013; 14(1): 31.
- Ayoub F, Yehia M, Rizk A, Al-Tannir M, Abi-Farah A, Hamadeh G. Forensic norms of female and male Lebanese adults. J Forensic Odontostomatol 2008; 26(1): 18-23.
- Yazdani M, Karami S, Tahmasebi E, Alam M, Abbasi K, Rahbar M, et al. Dental Radiographic/Digital Radiography Technology along with Biological Agents in Human Identification. Scanning 2022; 2022: 5265912.
- Sengupta N, Sarode SC, Sarode GS, Gadbail AR, Gondivkar S, Patil S, et al. Analysis of 100 most cited articles on forensic odontology. Saudi Dent J 2020; 32(7): 321-329.
- Verma AK, Kumar S, Rathore S, Pandey A. Role of dental expert in forensic odontology. Natl J Maxillofac Surg 2014; 5(1): 2-5.
- Ata-Ali J, Ata-Ali F. Forensic dentistry in human identification: A review of the literature. J Clin Exp Dent 2014; 6(2): e162-e167.
- Stavrianos C, Stavrianou I, Dietrich E-M, Kafas P, editors. Methods for human identification in Forensic Dentistry: A Review. J Forensic Sci 2008; 4(1): 1-8.
- Heinrich A, Güttler FV, Schenkl S, Wagner R, Teichgräber UK. Automatic human identification based on dental X-ray radiographs using computer vision. Sci Rep 2020; 10(1): 3801.
- Lundberg E, Mihajlovic NS, Sjöström M, Ahlqvist J. The use of panoramic images for identification of edentulous persons. J Forensic Odontostomatol 2019; 37(2): 18-24.

12. Aeini F, Ghonoodi A, Aeini R. Automatic Human Dental Identification based on Posterior and Anterior Teeth. *Iran Biomed J* 2018; 12(3): 173-187.
13. Ubelaker DH, Khosrowshahi H. Estimation of age in forensic anthropology: historical perspective and recent methodological advances. *Forensic Sci Res* 2019; 4(1): 1-9.
14. Chen H, Jain AK. Dental biometrics: alignment and matching of dental radiographs. *IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell* 2005; 27(8): 1319-1326.
15. Yuniarti A. Classification and Numbering of Dental Radiographs for an Automated Human Identification System. *Telkomnika* 2012; 10(1): 137-146.
16. Pushparaj V, Gurunathan U, Arumugam B. An effective dental shape extraction algorithm using contour information and matching by Mahalanobis distance. *J Digit Imaging* 2013; 26(2): 259-268
17. Frejlichowski D, Wanat R. Extraction of Teeth Shapes from Orthopantomograms for Forensic Human Identification. In: Real P, Diaz-Pernil D, Molina-Abril H, Berciano A, Kropatsch W. (eds) *Computer Analysis of Images and Patterns*. Springer: Berlin; 2011. p.65-72
18. Lin P, Huang P, Cho Y, Kuo C. An automatic and effective tooth isolation method for dental radiographs. *Opto-Electron Rev* 2013; 21: 126-136.
19. Guzel S, Oktay AB, Tufan K, editors. *Automatic Tooth Identification in Dental Panoramic Images with Atlas-based Models*. Proc Int Conf on Pattern Recognition Applications and Methods; 2015 Jan; Lizbon, Portugal; 2015.
20. Reesu GV, Woodsend B, Mânica S, Revie GF, Brown NL, Mossey PA. Automated Identification from Dental Data (AutoIDD): A new development in digital forensics. *Forensic Sci Int* 2020; 309: 110218.
21. Forrest A. Forensic odontology in DVI: current practice and recent advances. *Forensic Sci Res* 2019; 4(4): 316-330.
22. Suragimath G, Ashwinirani SR, Christopher V, Bijjargi S, Pawar R, Nayak A. Gender determination by radiographic analysis of mental foramen in the Maharashtra population of India. *J Forensic Dent Sci* 2016; 8(3): 176.
23. Zhong X, Yu D, Wong YS, Sim T, Lu WF, Foong KWC, et al. 3D dental biometrics: Alignment and matching of dental casts for human identification. *Comput Ind* 2013; 64(9): 1355-1370.
24. Sharma D, Koshy G, Pabla A, Garg S, Singh M. An insight into the awareness and utilization of "dental evidence" among the police force in Punjab. *J Forensic Dent Sci* 2018; 10(1): 27-33.
25. Prajapati G, Sarode SC, Sarode GS, Shelke P, Awan KH, Patil S. Role of forensic odontology in the identification of victims of major mass disasters across the world: A systematic review. *PLoS One* 2018; 13(6): e0199791.
26. Guimarães MI, Silveira A, Sequeira T, Gonçalves J, Carneiro Sousa MJ, Valenzuela A. Forensic Medicine and the Military Population: International Dental Records and Personal Identification Concerns. *Acta Med Port* 2017; 30(2): 100-107.
27. Ohtani M, Oshima T, Mimasaka S. Extra-oral dental radiography for disaster victims using a flat panel X-ray detector and a hand-held X-ray generator. *J Forensic Odontostomatol* 2017; 35(2): 28-34.
28. de Cassia Silva Azevedo A, Michel-Crosato E, Haye Biazevic MG. Radiographic evaluation

- of dental and cervical vertebral development for age estimation in a young Brazilian population. *J Forensic Odontostomatol* 2018; 36(2): 31-39.
29. Chen H, Zhang K, Lyu P, Li H, Zhang L, Wu J, et al. A deep learning approach to automatic teeth detection and numbering based on object detection in dental periapical films. *Sci Rep* 2019; 9(1): 3840.
30. Suragimath G, Ashwinirani SR, Christopher V, Bijjargi S, Pawar R, Nayak A. Gender determination by radiographic analysis of mental foramen in the Maharashtra population of India. *J Forensic Dent Sci* 2016; 8(3): 176.
31. Radhakrishnan PD, Sapna Varma NK, Ajith VV. Dilemma of gonial angle measurement: Panoramic radiograph or lateral cephalogram. *Imaging Sci Dent* 2017; 47(2): 93-97.
32. Hlongwa P. Cephalometric analysis: manual tracing of a lateral cephalogram. *S Afr Dent J* 2019; 74(6): 318-322.
33. Scheffler NR, Proffit WR, Phillips C. Outcomes and stability in patients with anterior open bite and long anterior face height treated with temporary anchorage devices and a maxillary intrusion splint. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014; 146(5): 594-602.