

تأثیر میدانهای الکترومغناطیس ۵۰ هرتز بر جنین مرغ، قبل و حین انکوباسیون

● مریم شمس لاهیجانی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم - دانشگاه شهید بهشتی
● خدیجه شریفنیا، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم - دانشگاه شهید بهشتی
● حسن رجیبی مهام، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم - دانشگاه شهید بهشتی
تاریخ دریافت: آذر ماه ۱۳۷۷

مقدمه

بطور کلی بیوالکترومغناطیس، مطالعه اثرات میدانهای الکترومغناطیس بر موجودات زنده می باشد. در سال ۱۹۶۰، پژوهشگران روسی اعلام کردند که کارگران خطوط فشار قوی از سر درد، خستگی و کوفتگی رنج می برند و میل جنسی آنها نیز کاهش یافته است (۵ و ۱۶). Werthimer در سال ۱۹۷۹ اعلام نمود که میدانهای تولید شده توسط خطوط انتقال نیرو، باعث ایجاد لوسمی در کودکان می شود (۲۰). یک سال بعد، این پژوهشگر تحقیقات خود را روی افراد بالغ ادامه داد و افزایش حدود ۲ برابر را در تعداد افراد بالغ مبتلا به لوسمی، در ارتباط با میدانهای مغناطیسی (حاصل از خطوط نیرو) نزدیک منازل پیدا نمود (۹ و ۲۰). زنان حامله ای که در معرض پایانه های تصویری ویدیویی VDT^۱ قرار می گیرند و یا زمانی که در کارخانه های صنایع الکترونیک، مخصوصا رادیو و تلویزیون، کار می کنند، افزایش معنی داری در میزان سقط خود بخودی نشان می دهند (۷ و ۸)، همچنین، با بررسی اخیر که در فنلاند به عمل آمد، مشخص شد که کارگران خطوط انتقال نیرو افزایش معنی داری در میزان ناهنجاریهای لنفوسیت داشتند، بعلاوه ناهنجاریهای کروموزومی در سلولهای در حال تقسیم آنها دیده شد (۱۵). به علاوه، خطر افزایش سرطان خون و سایر انواع سرطانها در بین افرادی که در معرض میدانهای الکترومغناطیس شغلی قرار می گیرند، مشاهده شده است (۹).

میدان الکترومغناطیسی پالسی باعث افزایش استخوان زایی و ترمیم زخم می شود. همچنین، تکثیر سریع و افزایش رشد نیز از اثرات تابش کوتاه مدت می باشد (۱۳). بطور کلی، تأثیر پذیری یک موجود از یک میدان مغناطیسی به ویژگیهای مربوط به میدان از جمله شدت، فرکانس و جهت اثر میدان، شکل و نوع موج، شدت میدان مغناطیسی زمین و همچنین ویژگیهای موجود زنده از جمله اندازه، شکل و نیز ارتباط آن - از لحاظ الکتریکی - با زمین می باشد. (۳، ۵، ۱۰ و ۱۸).

در سالهای اخیر گزارشات زیادی (اغلب متفاوت و حتی متناقض) در مورد مطالعه اثرات بیولوژیکی و مکانیسمهای فرضی مربوط به عملکرد میدانهای الکترومغناطیس (با فرکانسهای بسیار پایین) اعلام شده که نشان داده اند $EMF=ELF^2$ است. اکثر این گزارشات

چکیده

با توجه به رشد جنین مرغ در دو مرحله (قبل و پس از تخمگذاری) و وقفه کوتاهی که بین این دو مرحله وجود دارد، جنین مرغ عنوان نمونه خوبی برای بررسی اثر میدانهای الکترومغناطیسی بر سلول زنده (فعال و غیر فعال) معرفی می شود. اثرات میدانهای الکترومغناطیسی (۵۰ هرتز یا شدتهای $6/8 \pm 0/15$ و $7/5 \pm 0/15$ میلی تسلا) بر جنین مرغ طی دو مرحله، قبل از انکوباسیون (که تاکنون بررسی نگردیده است) و طی انکوباسیون (پس از تخمگذاری) مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور، تخم مرغها به چهار گروه تقسیم شدند: گروه اول (گروه آزمایشی A)، تخم مرغهایی که در ۲۴ ساعت اول انکوباسیون در معرض میدان قرار داشتند، گروه دوم (گروه آزمایشی B)، نمونه هایی که به مدت ۲۴ ساعت قبل از انکوباسیون در معرض میدان قرار گرفته بودند و گروههای سوم و چهارم به ترتیب گروه شم و کنترل در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که میدانهای الکترومغناطیس باعث افزایش ناهنجاری و مرگ و میر در دو گروه اول و دوم می شود که این افزایش تنها در گروههای تیمار با $7/5 \pm 0/15$ میلی تسلا در مقایسه با گروه کنترل و شم معنی دار ($P < 0/05$) بود.

✓ Pajouhesh & Sazandegi, No 44
PP:108-111

Effects of 50 Hz electromagnetic fields on the pre and post incubated chick embryos.

By: M. Shams Lahijani, Sharifnia Kh.,
Rajabi Moham H., Faculty of Science,
Department of biology, University of Shahid
Beheshti

The development of chick embryo has two distinct stages (before and after laying eggs) with short silence period in between. For this reason, it is a suitable tool for studying effects of electromagnetic fields (EMF) on active and inactive undifferentiated cells. Effects of EMF (50 Hz with 6.8 ± 0.15 and 7.5 ± 0.15 mT flux intensities) were studied on chick embryos. Eggs were divided into: first experimental group (group A, eggs exposed to EMF on first 24 hrs of incubation), second experimental group (group B, eggs exposed to EMF 24 hrs before incubation); and sham and control groups respectively. After 9 days of incubation ($38 \pm 0.5^\circ C$ and sufficient humidity), rate of abnormalities and mortalities were investigated in all four groups. Results have shown that EMF increases rate of abnormalities and mortalities in both experimental groups; but this increase is significant only in experiments group that has been exposed to 7.5 ± 0.15 mT electromagnetic field ($P \leq 0.05$).

توسط تثبیت کننده (فرمالین ۰/۸) تثبیت شدند و سپس از نظر میزان مرگ و میر و ناهنجاریها مورد بررسی قرار گرفتند. در این بررسی، شاخصها شامل: شکل کلی جنین، بسته بودن حفره شکمی یا حفره سینه‌ای و شکمی، میزان تکوین چشم و تحلیل دم بودند و جنینی به عنوان غیر طبیعی معرفی می‌شد که در یک یا چند مورد از موارد فوق دچار نقص بود.

جنینهای غیر طبیعی شامل دو گروه: (۱) جنینهای مرده، جنینهایی که قبل از روز نهم انکوباسیون مرده بودند و (۲) جنینهای زنده ناهنجار، که در یک یا چند مورد از موارد ذکر شده در فوق دچار نقص بودند. در نهایت اطلاعات بدست آمده مربوط به کلیه گروهها با استفاده از روش آماری مربع کای و آزمون فیشر مورد مقایسه و آنالیز آماری قرار داده شدند.

قرار داده شدند. گروه دوم (گروه آزمایشی B)، شامل تخم مرغهای نطفه‌داری می‌شدند که به مدت ۲۴ ساعت، قبل از آغاز انکوباسیون (درجه حرارت 15 ± 1) در معرض میدان قرار داده شدند، تخم مرغهای نطفه‌داری که به مدت ۲۴ ساعت در درون سولنوئید بدون میدان مغناطیسی و با شرایط مشابه (حرارت و رطوبت) با گروههای آزمایشی A و B قرار داده شدند، به عنوان گروههای شم کنترل A و B در نظر گرفته شدند و گروه چهارم یا کنترل تخم مرغهایی را شامل می‌شد که برای رشد و نمو مستقیماً درون انکوباتور قرار می‌گرفت. هر دو گروه آزمایشی A و B تحت تأثیر میدانهای $7/5 \pm 0/15$ و $6/8 \pm 0/15$ میلی‌تسلا با فرکانس ۵۰ هرتز قرار داده شدند و پس از ۲۴ ساعت، برای رشد کافی به انکوباتور انتقال داده شدند. پس از ۹ روز انکوباسیون، جنینهای هر چهار گروه از پوسته تخم مرغ خارج شده

نشان داده‌اند که قرارگیری در معرض میدان الکترومغناطیس منجر به القاء ناهنجاریهای جنینی می‌شود. بررسیهای انجام شده در مورد اثرات میدانهای الکترومغناطیس ۵۰ تا ۱۰۰ هرتز بر روی جنین گونه‌های مختلف جانوری (ماهی، مرغ، حشرات، توتیای دریایی، موش صحرایی و موش خانگی) نشان می‌دهد که مراحل اولیه تکوین جنینی نسبت به اثرات میدانهای مغناطیسی حساستر است (۱، ۳، ۶، ۱۱ و ۲۱).

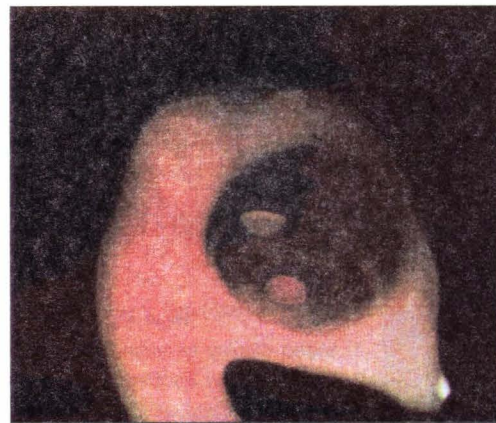
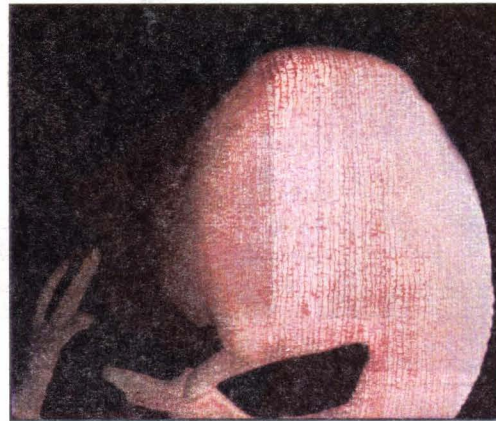
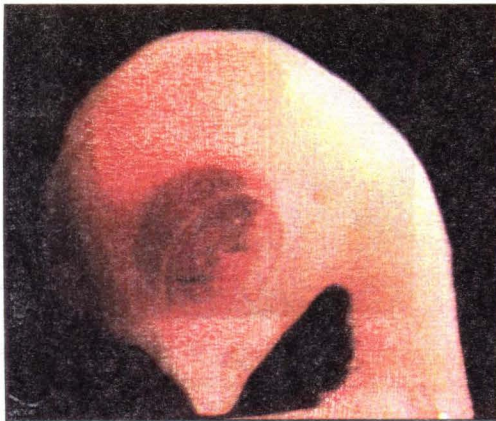
در اکثر مطالعات انجام شده، جنینهای مرغ طی ۴۸ ساعت اول انکوباسیون در معرض میدان مغناطیسی قرار گرفته و در پایان همین دوره مورد مطالعه و بررسیهای مورفولوژیکی قرار داده شدند. در این تحقیق، تخم مرغهای نطفه‌دار به مدت ۲۴ ساعت قبل و یا همزمان با شروع انکوباسیون در معرض میدان الکترومغناطیسی قرار داده شدند، سپس به انکوباتور با شرایط استاندارد (درجه حرارت $38/5$ درجه سانتیگراد و رطوبت $75-78$) انتقال یافتند و در پایان روز نهم مورفولوژی آنها مورد مطالعه قرار گرفت.

هدف از این مطالعه اینست که با توجه به اینکه مرغدارها و دکلهای تقویت کننده برق معمولاً در حومه و اطراف شهرها ساخته می‌شوند، چه خطراتی موجودات زنده را تهدید می‌کند.

مواد و روشها

در این تحقیق از ۲۱۴ عدد تخم مرغ تازه و نطفه دار نژاد White Leghorn استفاده شد. این تخم مرغها از مرغداری ایران - آلمان (تهران، کیلومتر ۱۵ جاده مخصوص کرج، خیابان داروپخش) تهیه شد. ۱۰۹ عدد از تخم مرغهای نطفه دار در معرض میدان مغناطیسی (گروه تجربی) بودند درحالیکه ۱۰۵ عدد از آنها (گروه کنترل و ششم) در معرض میدان مغناطیسی قرار نگرفتند. تمام تخم مرغها حداکثر به مدت ۷۲ ساعت در حرارت 15 ± 1 درجه سانتیگراد ذخیره می‌شدند.

۲۴ ساعت قبل از انکوباسیون، تخم مرغها بصورت افقی (به موازات محور طولی) قرار داده می‌شدند، بطوریکه نوک باریک آنها به سمت جنوب قرار می‌گرفت (۱۷). تخم مرغهای مورد استفاده به چهار گروه تقسیم شدند: گروه اول (گروه تجربی A شامل تخم مرغهای نطفه‌داری بود که طی ۲۴ ساعت اول انکوباسیون (درجه حرارت $38 \pm 0/5$ سانتیگراد و رطوبت کافی) در معرض میدان



شکل شماره ۱

مقایسه جنینهایی که در اثر قرارگیری در معرض میدان مغناطیسی دچار میکروفتالی خفیف (a)، شدید (b) و یا آنوفتالی (c) شده‌اند، با جنین سالم (d). توجه: میکروفتالی منجر به انحراف نوک جنین جوجه شده است.

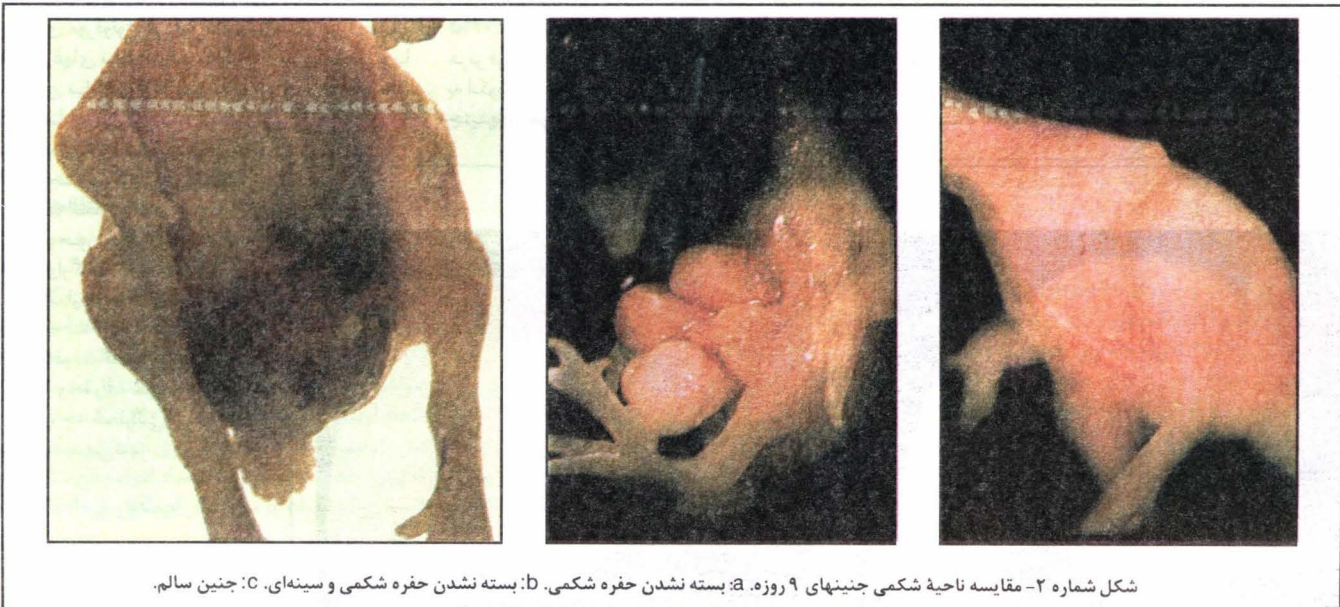
منابع مورد استفاده

- ۱- بهار آرا، جواد، ۱۳۷۱. اثرات میدانهای الکترومغناطیسی متغیر بر اندام‌زایی جنین موش سوری نژاد BALB C در روزهای ۴/۵، ۵/۵ و ۶/۵ حاملگی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم.
- 2- Azanza M.J., DelMoral A., 1994. Cell membrane biochemistry and neurobiological approach to biomagnetism. *Progress. Neurobiol.*, 44, 517-601.
- 3- Berman E., Chacon L., House D., Koch

اینکه تعداد مرگ و میر در قبل از انکوباسیون و تعداد ناهنجاریها در پس از انکوباسیون زیاد بوده است. ناهنجاریهایی نظیر مونومیکروفتالمی و آنوفتالمی گزارش شده است ولی تاکنون اینگونه ناهنجاریها در جنینهای جوجه در قبل از انکوباسیون به چاپ نرسیده است. چشم که در اثر القانات مقابل اکتودرم، مزودرم و بافت عصبی دیانسفال بوجود می‌آید، با ایجاد نقص در بافت عصبی و اختلال درنظم عوامل القایی دچار مشکل می‌شود (۲ و ۶) و انواع ناهنجاریها در قبل از انکوباسیون نیز دراین ناحیه ایجاد می‌گردد. گزارشهای قبلی در رابطه

نتایج

نتایج حاصل از این پژوهش، تأثیر مثبت میدانهای الکترومغناطیس با فرکانس پایین را بر ناهنجاری جنینی و کشندگی جنین مرغ تأیید می‌کند. در تخم مرغهایی که با شدت 0.15 ± 0.075 میلی‌تسلا تیمار شده بودند، میزان مرگ و میر و ناهنجاری‌زایی (گاسترواسکزیس^۳، تورااکوگاسترو اسکزیس^۴، نوک صلیبی، میکروفتالمی^۵، آنوفتالمی^۶ و دم آتروفیه شده^۷ بیشتری نسبت به گروه کنترل و شم مشاهده شد (شکل‌های ۱ تا ۳)، که این افزایش در گروه تیمار ۲۴



شکل شماره ۲- مقایسه ناحیه شکمی جنینهای ۹ روزه. a: بسته نشدن حفره شکمی. b: بسته نشدن حفره شکمی و سینه‌ای. c: جنین سالم.

B.A., Koch W.E., Leal J. & Lovtrup S., 1990. Development of chicken embryos in a pulsed magnetic field., *Bioelectromagnetics*, 11 (2), 169-87.

4- Cameron J.L., Hunter K.E. & Winter W.D. S., 1985. Environmental magnetic fields: influences on early embryogenesis., *J. Cell Biochem.*, 51(4), 417-52.

5- Chernoff N., Rogers J.M. & Kavet R., 1992. A review of the literature on potential reproductive and developmental toxicity of electric and magnetic fields., *Toxicology*, 74(2-3), 91-126.

6- Fargeix N., 1988. Early embryonic development of the bird egg subjected to a magnetic field., *C.R. Science. Soc. Biol. Fil.*, 182(3), 1988, 235-43.

7- Goldhaber M.K., Polen M.R. & Hiatt R.A., 1988. The risk of miscarriage and birth defects among women who use video

با پس از انکوباسیون نیز این نظر را تأیید می‌کنند. دلیل بسته نشدن دیواره شکم یا سینه هنوز کاملاً روشن نشده است، بیشترین احتمال می‌تواند مربوط به آپوپتوزی^۹ و یا عدم تکثیر سلولهای دیواره پیشروی کننده بدن باشد. چنین ناهنجاریهایی در پس از انکوباسیون نیز مشاهده شده است (۱۳، ۱۸ و ۱۹). در رابطه با آتروفیه شدن دم این احتمال وجود دارد که با عدم شکل‌گیری مهره‌های این ناحیه ارتباط مستقیم داشته باشد (۱۷) که خود نشاندهنده اختلال در نورولاسیون ثانویه است.

نتایج نشان داده اند که اثرات میدانهای مغناطیسی برجین جوجه در قبل و پس از انکوباسیون مشابه هستند.

پاورقی‌ها

- 1- Video display terminal (VDT)
- 2- Extremely low frequency electromagnetic field (ELF-EMF).
- 3- Gastroschisis.
- 4- Thoracogastroschisis.
- 5- Monomicrophthalmia.
- 6- Anophthalmia.
- 7- Atrophied tail.
- 8- Interaction.
- 9- Apoptosis.

ساعت قبل از انکوباسیون، مربوط به مرگ و میر و در گروه تیمار ۲۴ ساعت اول انکوباسیون، مربوط به میزان ناهنجاریها بود (جدول ۱)، اما در تیمار با شدت میدان 0.15 ± 0.075 میلی‌تسلا و فرکانس ۵۰ هرتز، با وجود افزایش در میزان مرگ و میر و بروز ناهنجاری نسبت به گروه کنترل و شم، اختلاف معنی داری بین گروهها مشاهده نشد (جدول شماره ۲).

بحث

این اولین پژوهشی است که در دنیا درباره اثرات میدان الکترومغناطیسی بر جنین مرغ در قبل از انکوباسیون و مقایسه اثرات آن با پس از انکوباسیون صورت گرفته است. بطور کلی، پس از ۹ روز انکوباسیون افزایش قابل ملاحظه‌ای در نسبت ناهنجاریها دیده شده است. در حالیکه در گزارشات قبلی جنین دو روزه مورد بررسی قرار گرفته است. ظاهراً، میدانهای الکترومغناطیس بر مراحل اولیه تکوین جنین اثر می‌گذارند، در این تحقیق نشان داده شد که میدان مغناطیسی برجین مرغ در قبل از انکوباسیون نیز تأثیر دارد. مکانیسم این اثر کاملاً روشن نیست. پژوهشها نشان داده‌اند که این میدانها بر DNA اثری مستقیم ندارند، احتمال دارد که این کار بطور غیر مستقیم و با برهم کنش^۸ با غشاء سلول و ایجاد رادیکالهای آزاد نابود کننده DNA صورت گرفته باشد (۱۵ و ۱۰). جالب توجه

جدول شماره ۱- درصد مرگ و میر و ناهنجاری های ایجاد شده در گروههای آزمایشی A، کنترل و شوم و مقایسه آنها با یکدیگر* در سطح ۰/۰۵ معنی دار)

شدت میدان تخم مرغ (میلی تسلا)	(۶/۸±۰/۱۵)	(۷/۵±۰/۱۵)	شوم A	کنترل
تخم مرغ				
تعداد کل	۴۰	۲۱	۲۰	۶۵
درصد جنینهای نرمال	۶۰	۴۷/۶۲	۸۵	۸۰
درصد جنینهای زنده و ناهنجار	۲۲/۵	۴۲/۸۶*	۱۰	۷/۷
درصد مرگ و میر	۱۷/۵	۹/۵۲	۵	۱۲/۳
سطح معنی دار بودن		*		

جدول شماره ۲- درصد مرگ و میر و ناهنجاری های ایجاد شده در گروههای آزمایشی B، کنترل و شوم و مقایسه آنها با یکدیگر* در سطح ۰/۰۵ معنی دار)

شدت میدان تخم مرغ (میلی تسلا)	(۶/۸±۰/۱۵)	(۷/۵±۰/۱۵)	شوم B	کنترل
تخم مرغ				
تعداد کل	۳۲	۱۶	۲۰	۶۵
درصد جنینهای نرمال	۶۲/۵	۴۲/۸	۷۵	۸۰
درصد جنینهای زنده و ناهنجار	۲۸/۱۳	۲۵	۲۰	۷/۷
درصد مرگ و میر	۹/۳۷	۳۱/۲*	۵	۱۲/۳
سطح معنی دار بودن		*		

Huxes in avian eggs: Driving forces and the pathway for exchange. Comp. Biochem. Physiol., 95, 1-5.

17- Shams Lahijani, M. Sharifnia kh., 1999. Effects of pulsed electromagnetic fields on the chick embryo at different developmental stages., Iranian journal of science and technology, Shiraz University, (in press).

18- Ubeda A., Trillo M.A. & Leale J.M., 1987. Magnetic field effects on embryonic development: influence of organism orientation., Med. Sci. Res., 15, 531.

19- Ubeda A., Trillo M.A., Chacon L. & Belanco M.J., 1994. Chick embryonic development can be irreversibly altered by early exposure to weak extremely low frequency magnetic fields., Bioelectromagnetics, 15(5), 385-95.

20- Wertheimer N., Leeper E., 1979. Electrical wiring configurations and childhood cancer., Am. J. Epidemiol., 109, 273-284.

21- Yip Y.C., Capriotti C., Norbash S.J., Talagala S.L. & Yip J.W., Effects of MR exposure at 1.5T on early embryonic development of the chick., J. Magn. Reson. Imaging., 4(5), 1994, 742-8.

11- Maffeo S., Miller M.W. & Carstensen E.L., 1984. Lack of effect of weak low frequency electromagnetic fields on chick embryogenesis., J. Anat., 139(4), 613-8.

12- Maffeo S., Brayman A.A., Miller M.W., Carstensen E.L., Ciararvino V. & Cox C., 1988. Weak low frequency electromagnetic fields and chick embryogenesis failure to reproduce positive findings., J. Anat., 157, 101-40

13- McClery V.L., Akers T.K. & Aasen C.H., 1991. Low magnetic field effects on embryonic bone growth., Biomed. Sci. Instrum., 27, 205-17.

14- Pafkova H., 1994. Study of the effects of 50Hz magnetic field on embryonic development: dependence on field level and field vector., Rev. Environ. Health, 10(3), 225-33.

15- Paile W., Salomaa S., Jokela K., Koivistoinen A., Norppa H. & sorsa M., 1991. Cytogenetic effects of 50Hz EM field., Abstract, Thirteenth Annual Meeting of the Bioelectromagnetics society, Salt lake City, 24.

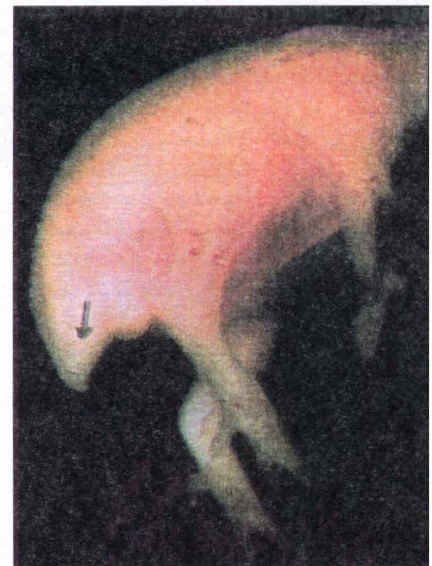
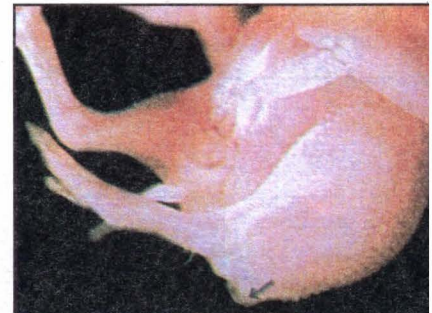
16- Rhan H., Paganelli. C.V., 1990. Gas

display terminals during pregnancy., Am. J. Ind. Med., 13, 695.

8- Hemminki K., Niemi M.L., Koskineh K. & Vain H., 1980. Spontaneous abortions among women employed in the metalindustry in Finland., Int. Arch. Occup. Environ. Health, 47, 53-60.

9- Juutilainen J., 1991. Effects of low-frequency magnetic fields on embryonic development and pregnancy., Scand. J. Work environ. Health, 17(3), 146-58.

10- Liboff A.R., Williams T., Sprong D.M. & Wistar R., 1984. Time varying magnetic fields: Effect on DNA synthesis., Science, 223, 818-20.



شکل شماره ۳- نمایش ناحیه دم جنین.
a: دم تحلیل رفته (پیکان).
b: دم طبیعی (پیکان).