

طراحی و پیاده‌سازی سامانه بومی طرح تیر دیجیتال توپخانه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی توپ ۱۵۵ م م خودکشی)

۱ حسن آتشگاهی*

۲ اسماعیل یزدانی

۳ هانی رضاییان

۴ اصغر بهارلو

چکیده

براین اساس هدف از این پژوهش طراحی و پیاده‌سازی سامانه بومی طرح تیر دیجیتال توپخانه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. زمان مورد نیاز جهت انجام محاسبات با استفاده از این سامانه با انجام آزمایش‌های میدانی صورت گرفته، به ۲ دقیقه تقلیل یافته است، در صورتی که در منابع مختلف زمان این محاسبات بسیار بیشتر ذکر گردیده است (بین ۵ تا ۱۰ دقیقه). همچنین نیروی انسانی مورد نیاز در روش‌های مرسوم از ۵ نفر (برای مستقر کردن طرح تیر، انجام محاسبات تراز، سمت تیر، زاویه تیر و کمترین زاویه تیر) به ۱ نفر کاهش می‌یابد. در این تحقیق تلاش شده است با هدف سرعت بخشیدن به کار، ساده شدن کار محاسبین هدایت آتش توپخانه، افزایش دقت محاسبات و انجام تصحیحات دقیق تا رسیدن گلوله‌ها به هدف، با قابلیت‌های بسیار بالای GIS و برنامه‌نویسی در این محیط با زبان C#، نرم‌افزاری مستقل طراحی و پیاده‌سازی شود که برتری‌های قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به روش‌های سنتی دارد.

واژه‌های کلیدی:

سیستم اطلاعات جغرافیایی، توپخانه، هدایت آتش، برنامه نویسی، زبان C#.

۱. کارشناس ارشد سنجش از دور

۲. کارشناس ارشد سنجش از دور

۳. استادیار گروه سنجش از دور دانشگاه خوارزمی تهران

۴. کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی

مقدمه

قدرت رزمی درنیروهای مسلح هرکشوری برای دفاع ازخود و یا تهاجم علیه کشور دیگری متشکل از دو عنصر مانور و آتش است که بخش اعظم تأثیرگذاری آن، آتش منحنی و پشتیبانی‌کننده است که متشکل از توپخانه، موشک، نیروی هوایی و موشک‌های هوا به زمین می‌باشد. در آتش‌های پشتیبانی، توپخانه نقش محوری و اثرگذاری بیشتری دارد. از نظر تاکتیکی مرکز طرح‌ریزی و هدایت تمام آتش‌های منحنی و متولی اصلی آن در میدان نبرد، توپخانه است. در این راستا و با توجه به اینکه در استراتژی جدید نقش کمتری به استفاده از رزمنده داده شده و بیشتر نقش به آتش داده شده است، نقش آتش توپخانه افزایش بیشتری نیز یافته و باعث شده که میدان‌های نبرد وسعت پیدا کرده و فاصله‌های خط تماس بیشتر شده و لذا در این درگیری‌ها هر طرف این برتری را به دست آورد، چه هوایی و چه زمین به زمین، مانور و ابتکار عمل را به دست می‌گیرد (اعلمی‌فر، ۱۳۸۶).

پرسنل هدایت آتش توپخانه به عنوان مغز توپخانه برای به‌دست آوردن سمت و برد تیراندازی در کمترین زمان و با دقت بالا بایستی توانایی استفاده از فناوری‌های به روز و کارآمد را داشته باشند. دیدبان گردان توپخانه نیز به عنوان چشم توپخانه برای اینکه بتواند مأموریت خود را سریع‌تر، بهتر و آسان‌تر اجرا نماید باید به طرز کار و نحوه استفاده از سیستم‌های جدید و پاییدن منطقه با وسائل دیدبانی آشنائی کامل داشته و حداکثر استفاده از آنها را بنماید. به‌منظور شناسائی و جمع‌آوری اطلاعات از زمین منطقه نبرد قبل از رسیدن به پست دیدبانی ترکیب نقشه و زمین و بعد از رسیدن به پست دیدبانی و تعیین موقعیت نقاط از نقشه استفاده می‌شود و در صورت موجود نبودن نقشه، کروکی یا طرح منطری منطقه (طرح منطری یا دورنما عبارتست از نمایش ظاهری قسمتی از سطح زمین به‌صورت منظره که تا افق ادامه دارد) جایگزین نقشه می‌گردد؛ لذا با توجه به سرعت آفند و پدافند در عملیات‌های امروزه استفاده از وسایل و تکنولوژی‌های روز در کنار روش‌های مرسوم و گذشته می‌تواند در انجام هر چه بهتر و دقیق‌تر مأموریت توپخانه و دیدبان کمک‌رسان باشد (بهمنی، ۱۳۹۳). از این رو استفاده از توابع و تحلیل‌های نرم‌افزارهای مکانمند^۱ جهت مدل‌سازی هدایت آتش توپخانه جهت انجام هر چه بهتر مأموریت آن مدنظر بوده است.

^۱. Spatial Software

یکی از اهداف مهم سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی^۱ ارائه‌ی چارچوبی مکانی به‌منظور حمایت از تصمیم‌گیری در جهت بهره‌وری صحیح از منابع زمین و مدیریت محیط مصنوع انسان می‌باشد. تحولات معاصر در زمینه‌ی پایگاه داده و فناوری نرم‌افزار منجر به ارائه نسل‌های جدیدی از مدل داده جغرافیایی شده است. استفاده از پایگاه‌های داده متداول و همچنین به‌کارگیری مدل‌های داده پیشرفته‌تر در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی، مستلزم داشتن دانش پایه و اطلاعات جامع در حوزه مفاهیم مرتبط با مدل و آشنایی با فرآیند مدل‌سازی می‌باشد. مدل کلمه‌ای است که روزمره از آن استفاده می‌کنیم، اگر در یک لغت‌نامه خوب به دنبال معنی آن باشیم. احتمالاً بیش از ۸ تعریف به عنوان اسم و چندین معنی به عنوان فعل برای آن پیدا خواهیم کرد. معانی مانند ساختن چیزی از گل، یا استفاده از ریاضیات برای شبیه‌سازی و... در می‌یابیم که اغلب تعاریف در یک چیز مشترک هستند. ساده‌سازی یا کم کردن پیچیدگی‌ها. به زبان ساده‌تر مدل یک ساده‌سازی از واقعیت است به‌نحوی که به‌راحتی قابل فهم باشد. به بیان دیگر مدل؛ شرح، توصیف یا توصیف ساده شده یک واقعیت است. واژه دیگری که در جای خود به تکرار از آن استفاده می‌کنیم واژه مدل‌سازی می‌باشد. مدل‌سازی می‌تواند به‌عنوان یک پروسه، روند یا پردازش در نظر گرفته شود، پردازشی که خروجی آن یک مدل است. قبل از اجرای پروسه مدل‌سازی نیاز است به چند سؤال اساسی پاسخ دهیم، این‌که: مدل چه چیزی می‌خواهد به ما بگوید؟ آیا مسئله و مشکل را درک کرده‌ایم؟ به چه چیزهایی نیاز داریم؟ از چه مرحله‌ای شروع کنیم؟ چگونه ابزار موجود را به کار گیریم تا به مدل‌های با معنی دست پیدا کنیم؟ (آل‌شیخ، فرنقی و مهدی‌پور، ۱۳۸۴)

با توجه به مبانی نظری تحقیق و مستندات کتابخانه‌ای و بررسی اسنادی و نظریه صاحب‌نظران و کارشناسان امنیتی- دفاعی، مدل سه‌بعدی هندسی شامل روابط مکانی بین توپخانه، هدف و موانع، منطبق با قواعد موجود در روش‌های مرسوم انتخاب و اشغال مواضع برای تیم آتشبار تیر گردان توپخانه و همچنین پرتاب گلوله به هدف ایجاد گردید و مدل موردنظر بر اساس این قواعد پیاده‌سازی شد. با توجه به اینکه بحث هدایت آتش توپخانه بسیار گسترده می‌باشد و پیاده‌سازی این تکنیک‌ها برای همه توپه‌های موجود در ارتش در این نرم‌افزار نیاز به کدنویسی‌ها و تشکیل پایگاه‌های داده مجزا داشت بر آن شدیم تا تکنیک‌ها و محاسبات هدایت آتش توپ

^۱. Geographic Information System

۱۵۵ م م پیاده‌سازی شود و در آینده نزدیک در نسخه‌های بعدی نرم‌افزار، در مورد بقیه توپها توسعه و بروزرسانی انجام پذیرد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

عملکرد سنتی تیم هدایت آتش

توپخانه صحرایی شامل ۳ تیم می‌باشد:

(۱) تیم دیدبان جلو: در توپخانه صحرایی به دلیل برد نسبتاً زیاد، خط سیر و فاصله توپ تا

هدف خدمه قادر به دیدن هدف نیستند؛ لذا بوسیله عنصری به نام دیدبان که نقش چشم‌های توپخانه را ایفا می‌کند و ابزارشان انواع دوربین‌ها می‌باشد هدف را شناسایی و گلوله توپ بر روی آن هدایت می‌شود. به عبارتی چگونگی و نحوه بکارگیری روش‌های مراقبت از یک منطقه و هدایت آتش‌های پشتیبانی بر روی آماج‌های دشمن را دیدبانی گویند و دیدبان فردی است که مسئولیت شناسایی، تعیین موقعیت هدف، ارسال درخواست تیر، تصحیح و تنظیم تیر توپخانه را بهعهده دارد.

(۲) تیم/مرکز هدایت آتش: پس از دریافت درخواست تیر از دیدبان و انجام محاسبات مورد

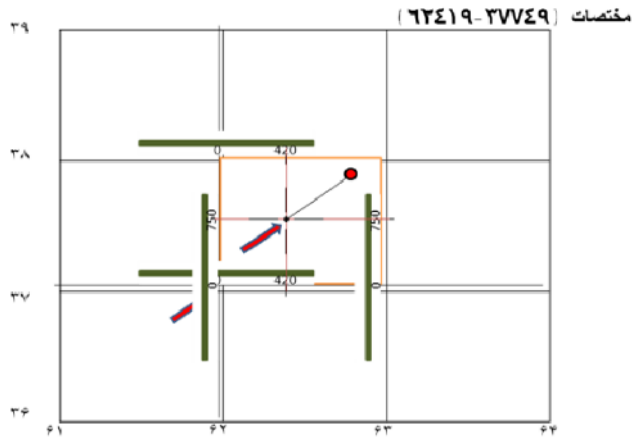
نیاز، فرامین آتش را تهیه و جهت اجرا به آتشبارهای تیر اعلام می‌نماید. هدایت آتش به منزله مغز توپخانه، رابطه بین دیدبان و آتشبار تیر را برقرار می‌کند. این مرکز با دقت در انجام کار، ابتکار عمل، قاطعیت و بالا بردن سطح آموزش و مهارت تأثیر عمل توپخانه را به حداکثر می‌رساند.

(۳) تیم آتشبار تیر: عملیات روانه جنگ‌افزار بر روی منطقه هدف، بستن عناصر تیراندازی

به جنگ‌افزار و اجرای آتش بر روی هدف را انجام می‌دهد (U.S Army, 1996).

آتشبار تیر عناصر تیر به‌دست آمده از هدایت آتش را دریافت به توپ یا توپ‌های خود اعمال و تیراندازی می‌نمایند. تیم هدایت آتش پس از برپا کردن طرح تیر در روش‌های مرسوم در صورت دریافت مستقیم مختصات هدف، از دیدبان، محل هدف را روی طرح تیر به‌وسیله سوزنی تحت عنوان سوزن هدف مشخص می‌کند. شکل ۱ نحوه انتقال نقاط روی میز طرح تیر را نشان می‌دهد.

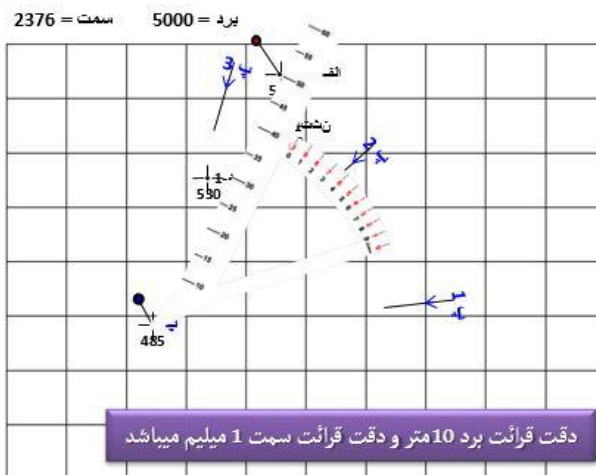
بردن نقطه روی طرح تیر با استفاده از خط کش مختصات



شکل (۱) بردن نقاط روی طرح تیر در روشهای سنتی

همچنین هدایت آتش با استفاده از وسیله‌ای به نام باد زن سمت و برد محل هدف روی طرح تیر را مشخص می‌کند. پس از مشخص شدن محل آماج‌ها، دیدبان و آتشبار، هدایت آتش زاویه بین دیدبان هدف و توپ هدف را که زاویه T گفته می‌شود اندازه‌گیری می‌کند. مهمترین و اصلی‌ترین وظیفه تیم هدایت آتش توپخانه به‌دست آوردن سریع و دقیق عناصر تیر و ارسال آن به خدمه توپ (ها) جهت انجام شلیک گلوله می‌باشد (کریمی، ۱۳۸۵). برد (مسافت) اندازه‌گیری شده برای تیراندازی بین توپ (ها) با هدف در روش‌های مرسوم به‌وسیله بادزن سمت و برد بر روی طرح تیر آماده شده به دست می‌آید. با استفاده از محاسبات فیزیکی حرکت پرتابه‌ای اجسام که از قبل برای بردهای مختلف تهیه شده و در کتاب‌های مخصوص به هر جنگ‌افزار به نام جدول تیر گردآوری شده است. در صورتی که بین توپ (ها) و هدف اختلاف ارتفاعی وجود داشته باشد و بخواهیم با همان درجه محاسبه شده تیراندازی کنیم، گلوله به هدف اصابت نخواهد کرد، در نتیجه عددی به زاویه مزبور افزوده یا کسر می‌گردد تا اختلاف ارتفاع جبران گردد که به آن تراز گویند و زاویه تراز را با تقسیم اختلاف ارتفاع به برد مشخص می‌کند (شیخیان، ۱۳۸۸: ۸۳). در شکل ۲ نحوه اندازه‌گیری برد و سمت را ملاحظه فرمایید.

اندازه گیری برد و سمت هدف الف - ج 410 نسبت به آتشبار



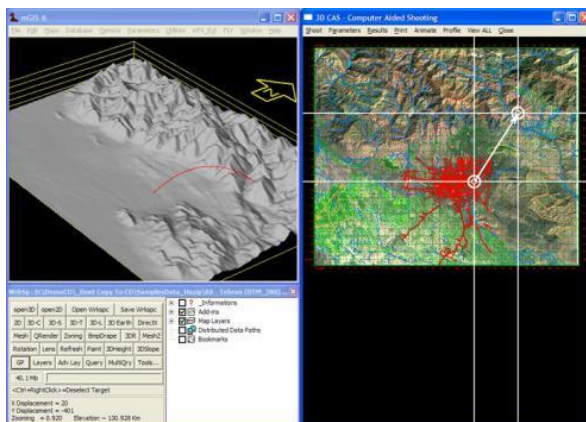
شکل (2) اندازه گیری برد و سمت هدف توسط تیم هدایت آتش

اگر در مسیر توپ‌های آتشبار مانعی موجود بود بایستی کمترین زاویه تیر را برای بلندترین ارتفاع و مانع موجود در مسیر آتشباری محاسبه کرد تا گلوله‌ها از آن گذشته و به مانع برخورد نکنند.

پیشینه تحقیق

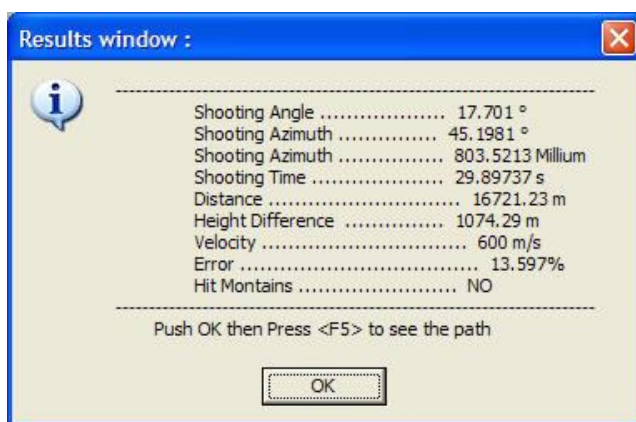
نرم افزار MGIS

در کشور ما ایران نیز در سالهای اخیر مطالعاتی نوپا ولی جدی در این زمینه شروع شده به طور مثال: از جمله کارهای عملی و مفید انجام شده نرم افزار MGIS می باشد که شرکت ایز ایران در سال ۱۳۸۴ با استفاده از تحلیل‌ها و اطلاعات GIS شروع به طراحی و ساخت نمونه‌ای نظامی جهت سهولت در انجام تحلیل‌های نظامی نموده است. یکی از تحلیل‌های مفید نرم افزار تحلیل شلیک توپخانه در شرایط تئوریک می باشد. البته این تحلیل دارای نقاط ضعفی نیز می باشد مانند به دست نیاروندن سمت تیراندازی، احتیاج به دانستن سرعت اولیه گلوله هر توپ، کاربرپسند نبودن محیط برنامه، عدم محاسبه بالستیک هواسنجی و؛ اما این قابلیت را به کاربر می دهد که بتواند با تعیین محل استقرار توپخانه و محل هدف، گرا و زاویه شلیک را بدست آورد. در شکل شماره ۳ شمای کلی نرم افزار را مشاهده می کنید.



شکل (۳) تحلیل شلیک توپخانه در شرایط تئوریک (نرم افزار MGIS)

پس از انجام تحلیل سیستم گزارشی همچون شکل ۴ ارائه می‌دهد. (شرکت ایز ایران، ۱۳۸۴).



شکل (۴) گزارش سیستم پس از تحلیل (نرم افزار MGIS)

ارتش جمهوری اسلامی ایران علاوه بر استفاده از روش‌های مرسوم هدایت آتش، از سیستم محاسبات رایانه‌ای هدایت آتش موسوم به صیاد استفاده می‌کند (مرکز توپخانه و موشک‌های نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۸۸). همچنین نیروی زمینی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی ایران نیز با تهیه نرم‌افزار محاسبات هدایت آتش توپخانه موسوم به حسیب به محاسبات مربوط به هدایت آتش توپخانه می‌پردازد. این سامانه شامل امکاناتی از قبیل امکان انتخاب بهترین جنگ‌افزار جهت تیراندازی، ثبت مهمات مصرفی در هر موضع و ثبت مواضع، دیدگاه‌ها، آماج، مناطق منع آتش و نقاط تنظیمی می‌باشد (مرکز توپخانه و پدافند هوایی

نیروی زمینی سپاه پاسداران انقلاب اسلامی، ۱۳۹۴). در سامانه‌های موجود استفاده مؤثر از سیستم اطلاعات جغرافیایی و پردازش‌های مکانی وجود ندارد.

سیستم پیشرفته اطلاعات تاکتیکی توپخانه صحرایی ارتش آمریکا (AFATDS)

در جنگ‌های قرن بیستم به بعد روزنه حیات نیروهای درگیر و توانمندی تحرک و آزادی عمل آنها به شدت وابسته به تأمین و پشتیبانی آتش به موقع و مؤثر توسط توپخانه و سایت‌های آتشباری و موشکی سبک و سنگین است. برای پشتیبانی آتش نیروهای صحنه نبرد، به ناچار از شیوه‌های مختلف جهت کسب اطلاع از مواضع و استحکامات و تحرکات دشمن استفاده می‌شود. روش‌های سنتی یعنی استفاده از دیدبانان و تیم‌های شناسایی تا سیستم‌های مدرن اعم از هواپیماهای شناسایی و حتی عکس‌برداری ماهواره‌ای. در گذشته به دلیل نبود سیستم‌های خودکار، اجرای آتش عمدتاً با خطر زیادی همراه بوده است از جمله:

- عدم امکان هماهنگی بین واحدهای توپخانه و آتشبار که منجر به زیر آتش قرار گرفتن بخشی از مواضع و رها شدن برخی نواحی دیگر می‌شد.
- اجرای آتش موازی روی نقاط مشترک.
- تأخیر در شناسایی و رسیدن اطلاعات مربوط به مانور نیروهای خودی و دشمن که منجر می‌شد به:

○ زیر آتش قرار گرفتن نیروهای خودی.

○ تأخیر در اجرای آتش.

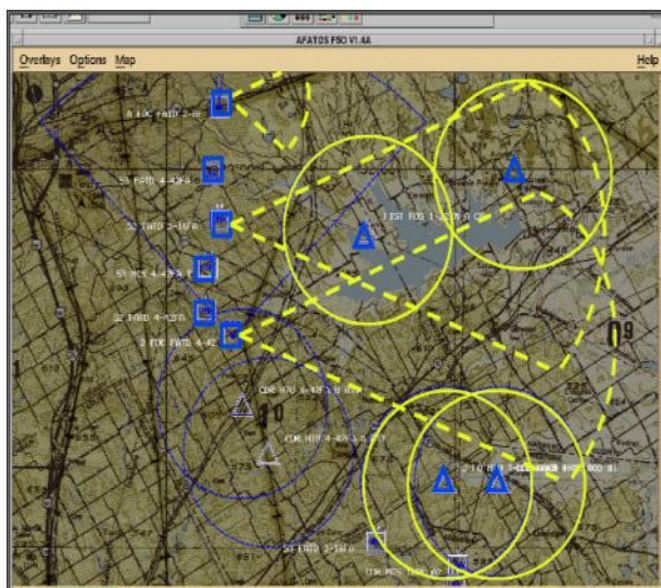
از طرفی در روش‌های سنتی تحرکات نیروهای خودی به شدت وابسته به محل استقرار واحدهای توپخانه بود، چرا که لازمه مانور موفق نیروهای خودی، امکان پشتیبانی آتش از طرف نیروهای مذکور است. وابستگی واحدهای مانور کننده به واحدهای توپخانه سبب کاهش قدرت تحرک و بنابراین کند شدن عملیات می‌شد.

ارتش آمریکا با بررسی اشکالاتی نظیر فوق سیستم جدیدی را طراحی و به کار می‌گیرد که به آن AFATDS اطلاق می‌گردد. همانطور که گفته شد AFATDS برنامه نیروی زمینی آمریکا برای جایگزین کردن سیستم‌های پشتیبانی آتش قبلی با یک سیستم خودکار است. این برنامه

¹. Advanced Field Artillery Tactical Data System

نیز عیناً در نیروی دریایی پیگیری می‌شود. مأموریت‌های این سیستم در چند بخش قابل طبقه‌بندی است:

- ۱) به‌وجود آوردن امکانات، تجهیزات و روال‌های مناسب برای ارسال اتوماتیک درخواست آتش از یگان‌های درگیر در خط مقدم.
 - ۲) شبکه‌سازی واحدهای توپخانه و آتشبار مستقر در منطقه عملیاتی برای برقراری امکان تبادل اطلاعات بین این واحدها.
 - ۳) آنالیز اهداف و اولویت‌بندی هدف.
 - ۴) ایجاد هماهنگی بین واحدهای توپخانه در انتخاب اهداف.
 - ۵) فراهم آوردن بستر لازم برای فرماندهی و کنترل توپخانه.
 - ۶) کمک به سایر سیستم‌های فرماندهی و کنترل (U.S. Army 2011)
- در شکل شماره ۵ نمای کلی این سیستم را مشاهده می‌کنید.



شکل (۵) سیستم AFATDS

روش‌شناسی تحقیق

این تحقیق از منظر هدف تحقیقی کاربردی می‌باشد چرا که سعی می‌شود نتایج حاصل از این تحقیق را مورد استفاده‌ی عملی قرار داده و با کمک نتایج آن، مشکلات سازمان رفع شوند. روش انجام این پژوهش مبتنی بر روش پیمایشی، آزمایشگاهی و تحلیلی می‌باشد.

مراحل روش تحقیق مورد استفاده در این مقاله عبارتند از:

(۱) ایجاد پایگاه داده شامل:

- جدول رقومی تیر جنگ‌افزار. برای نمونه چند رکورد از جدول تیر توپ ۱۵۵ م.م ارائه گردیده است (جدول ۱). برد و فیلدهای متناظر با برد در این مقاله از ۵۰۰ متر تا ۷۰۰۰ متر با تقریب ۱۰۰ متر در نظر گرفته شده است.
- استفاده از مدل رقومی ارتفاعی منطقه.

(۲) تعیین موقعیت آتشبار و هدف.

(۳) محاسبه زاویه تراز، با محاسبه اختلاف ارتفاع و مسافت با اندازه‌گیری طول اقلیدسی بین آتشبار و هدف (برد).

(۴) محاسبه تراز، با ارجاع به جدول تیر رقومی شده جنگ‌افزار به عنوان پایگاه داده و استخراج عنصر تصحیح تکمیلی برای یک میلیم زاویه تراز متناظر با مسافت توپ تا هدف.

(۵) محاسبه سمت و زاویه تیر پرتابه گلوله با ارجاع به جدول تیر رقومی شده جنگ‌افزار به عنوان پایگاه داده، درجه تیراندازی استخراج می‌گردد.

(۶) محاسبه کمترین زاویه تیر، برای این منظور ارتفاع و مسافت بزرگ‌ترین مانع موجود در خط واصل بین آتشبار و هدف با استخراج پروفیل ارتفاعی تعیین می‌گردد. بر این اساس دو حالت زیر بررسی می‌شوند:

- زاویه تیر کوچکتر از کمترین زاویه تیر باشد که در این حالت امکان تیراندازی تیر منحنی وجود ندارد و در صورت تیراندازی گلوله به مانع موجود در مسیر برخورد خواهد کرد. لذا بایستی مکان مناسب دیگری برای تیراندازی تعیین کرد.

زاویه تیر بزرگتر از کمترین زاویه تیر باشد که در این حالت امکان تیراندازی وجود دارد و مکان تعیین شده مناسب می‌باشد. اطلاعات تیراندازی به خدمه توپ ارسال می‌شود.

جدول (۱) چند رکورد نمونه از جدول تیرخروج ۵ سفید توپ ۱۵۵ م م (دپارتمان ارتش آمریکا، ۱۹۷۲)

۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	
برد RANGE	درجه-تیراندازی ELEV	PROBABLE ERRORS اشتباهات احتمالی					TML VEL سرعت گلوله	COMP SITE FOR ANGLE OF SITE عنصر تصحیح تکمیلی برای ۱ میلیم		
		R در برد	D در سمت	این ستون‌ها بستگی به مدل ماسوره دارد				RB	+1 mil site	-1 mil site
				HB ارتفاع ترکش	TB زمان پرواز					
M متر	MIL میلیم	M	M	M	SEC ثانیه	M	M/S متر بر ثانیه	MIL	MIL	
4500	195.5	19	4	7	0.10	28	300	0.027	-0.024	
5000	222.7	20	4	8	0.10	30	296	0.036	-0.032	

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

الف) نرم افزارها و ابزارهای مورد استفاده

ما برای ایجاد یک محیط کاربر پسند و ساده در انجام محاسبات تکنیک توپخانه از نرم‌افزار ArcGIS، محیط برنامه‌نویسی ویژوال استادیو و زبان C# (سی‌شارپ) و کامپوننت‌های آرک آبجکت استفاده نمودیم. برای راحتی کار سرمحاسب و نفرات استفاده‌کننده از این سامانه (حتی کسانی که هیچ سررشته‌ای از Gis ندارند) از فرم‌های ویندوزی با فرامین بسیار ساده و قابل فهم استفاده نمودیم و با کدنویسی دقیق، کاربر فقط با کلیک کردن روی دستورات می‌تواند چندین مرحله پردازش را از سامانه بخواهد؛ بطور مثال برای مکان‌یابی محل دیدبان جهت تولید نقشه شیب کاربر می‌تواند با کلیک بر دکمه Slope، نقشه شیب را ایجاد کند ولیکن اگر کاربر بخواهد این آنالیز را در نرم‌افزار ArcGIS انجام دهد شامل چندین مرحله متفاوت می‌باشد. هر دو محصول ArcGIS و ArcObjects توسط موسسه تحقیقات سیستم‌های زیست محیطی (ESRI) توسعه داده شده و توزیع شده‌اند. ArcGIS بسته‌ای نرم‌افزاری برای مدیریت سیستم‌های اطلاعات مکانی (GIS) می‌باشد. این نرم‌افزار شامل ابزارهایی برای برنامه‌سازی، ایجاد نقشه‌ها و مدیریت آنها، سرور برای پشتیبانی در سطح سازمان و پشتیبانی از سیستم‌های

موبایل و بیسیم است. این نرم‌افزار ابزارهای لازم برای جستجو، تحلیل داده‌ها و نمایش نتایج را با کیفیت مناسب در اختیار کاربران قرار می‌دهد. ArcObjects سکوی توسعه ArcGIS است. موضوع ArcObjects زمانی اهمیت پیدا می‌کند که کاربران متوجه می‌شوند برنامه‌نویسی ArcObjects می‌تواند حجم کارهای تکراری را کاهش داده، جریان کار را سازماندهی کرده و حتی قابلیت‌هایی بیش از آن چه در ArcGIS موجود است، در اختیار بگذارد (کانگ تسونگ چانگ، ۲۰۱۱: ۱۵۱). ArcObjects مبنای توسعه نرم‌افزار رومیزی ArcGIS، ArcGIS Engine و ArcGIS Server است. جهت پیاده‌سازی و تولید سامانه مورد نظر پس از نصب ArcObjects و sdk و کانفیگ آن در visul studio 2012 ما می‌توانیم از اشیاء موجود برای توسعه ابزارهای مورد نیاز خود استفاده کنیم.

در واقع ArcObjects sdk به عنوان یک پل رابط بین نرم‌افزارهای ArcGIS و C# عمل می‌کند که برای توسعه‌دهندگان امکان بهره‌برداری و ایجاد برنامه‌های اختصاصی را فراهم می‌کند. شرکت ازری کتابخانه‌ها و مجموعه توابع متفاوت و مختلفی را برای توسعه‌دهندگان نرم‌افزار مهیا کرده است که ما در این تحقیق از SDK for .NET استفاده می‌کنیم. ArcGIS Engine مجموعه‌ای از کامپوننت‌های جی.آی.اس (GIS) برای توسعه‌دهندگان نرم‌افزار است که می‌تواند در نرم‌افزار به طور مستقل تعبیه شود و به شما اجازه می‌دهد، قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی و نقشه‌های پویا را به برنامه‌های موجود اضافه کرده و یا برنامه‌های سفارشی جدیدی را ایجاد کنید. توسعه‌دهندگان با استفاده از آرکانجین (ArcEngine) می‌توانند از داده‌های GIS، نقشه‌ها و اسکریپت‌های geoprocessing در برنامه‌های کاربردی دسکتاپ و یا موبایل استفاده کنند و این همه با استفاده از رابط‌های برنامه‌نویسی (API) ها طراحی شده برای COM، دات نت (.NET)، جاوا و C++ صورت می‌پذیرد. حداقل نیازمندی‌های سیستمی برای نصب این نرم‌افزار روی پلتفرم ویندوز بشرح زیر می‌باشد:

OS: Windows 7, Windows 8.1, Windows 10

Processor: 2.2 GHz, x86 or x64 with SSE2 extensions

Memory: 4 GB

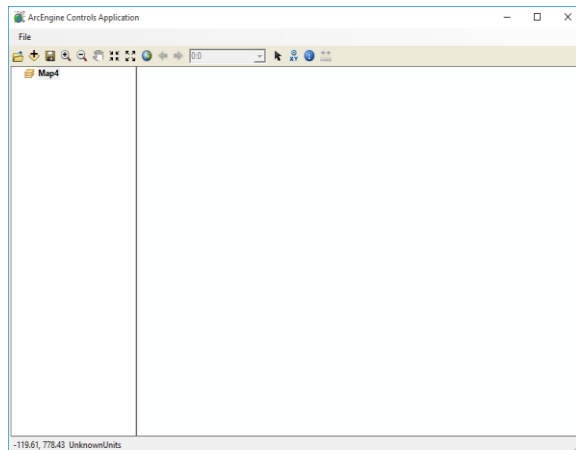
Display: Supporting 1024 by 768 resolution and 24 bits

Graphics: 64 MB VRAM, OpenGL version 2.0

ب) تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های تحقیق

۱) طراحی و توسعه

در ابتدا با تکمیل یک پیام هواسنجی دریافت شده از سازمان هواشناسی در یک واسط کاربری توسط زبان برنامه‌نویسی C# مراحل توسعه شروع و در ادامه با به دست آوردن سمت و برد تیراندازی و مکان دیدبان با استفاده از تکنیک‌های توپخانه (مقداری از مطالب در توضیحات بالا اشاره گردید) ادامه می‌یابد و در موقعیت‌های معلوم و مشخص از آتشبار تیر و هدف مقایسه انجام می‌شود. بعد از نصب نرم‌افزارها و بسته‌های الحاقی مورد نیاز از زبانه آرک جی آی اس موجود در ویژوال استادیو قسمت Extending ArcObjects، MapControlApplication را انتخاب می‌کنیم؛ تا از قابلیت‌ها و کنترل‌های آماده روی فرم آن استفاده می‌کنیم؛ البته که امکان طراحی فرم به صورت دلخواه نیز برای برنامه‌نویس مهیا می‌باشد. مطابق شکل ۶ فرم مورد نظر را مشاهده می‌کنید.



شکل (۶) خروجی اولیه Map Control Application

۲) رابط کاربری پیام هواسنجی

در فرم طراحی شده برای محاسبات بالستیک هواسنجی text boxهایی برای دریافت اطلاعاتی از کاربر تعبیه شده است. این قسمت‌ها شامل اطلاعات سرلوحه‌ی پیام، گرای روانه، ارتفاع آتشبار، ارتفاع هدف، درجه حرارت خرج، وزن گلوله، برد نقشه‌ای و اختلاف ارتفاع توپ و آتشبار می‌باشد. که با توجه به برد نقشه‌ای و اختلاف ارتفاع و پایگاه داده موجود امکان تعیین ردیف

پیام فراهم می‌باشد. بعد از به‌دست آوردن ردیف پیام متن متناظر با آن ردیف در قسمت متن پیام وارد می‌شود. شکل ۷ رابط کاربری پیام هواسنجی طراحی شده را ببینید.

شکل شماره (۷) رابط کاربری پیام هواسنجی طراحی شده

با وارد کردن متن پیام در قسمت مربوطه تصحیح سمت و برد بالستیکی از متن پیام استخراج می‌گردد. برای استخراج و بررسی اطلاعات به‌دست آمده از سرلوحه پیام بعد از ورود داده‌ها در داخل باکس‌های تعبیه شده کافی است که کاربر دکمه بررسی اطلاعات سرلوحه را کلیک نماید. به محض کلیک فرم شکل ۸ نمایش داده می‌شود که اطلاعاتی از قبیل طول و عرض جغرافیایی بر حسب درجه و یک دهم درجه، تاریخ اعتبار پیام در ماه جاری، ساعتی که پیام از آن ساعت معتبر می‌باشد، تعداد ساعتی که پیام معتبر می‌باشد و... از داده‌های ورودی سرلوحه پیام و ورودی‌های کاربر استخراج می‌شود.

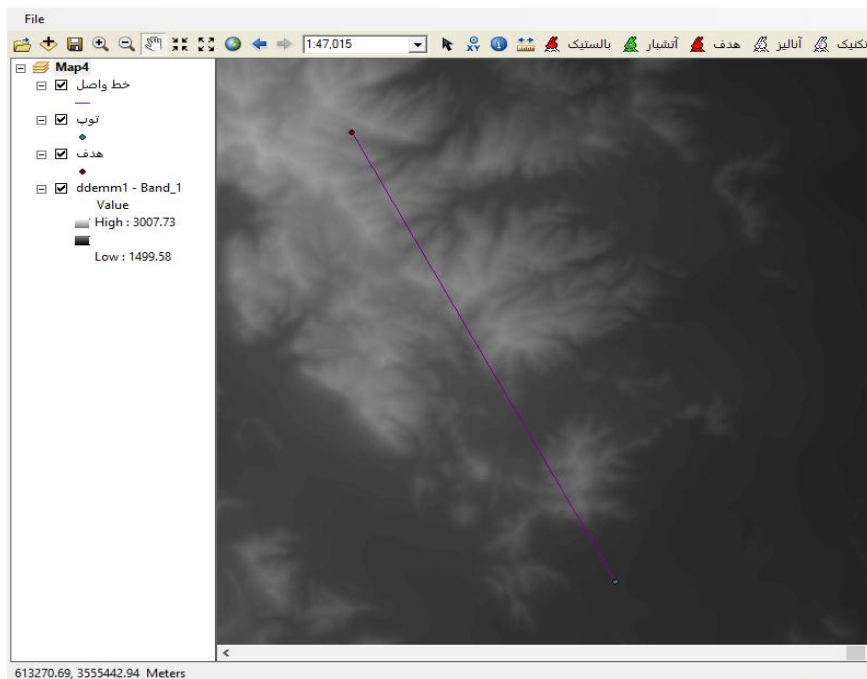
شکل (۸) فرم طراحی شده برای اطلاعات سرلوحه

۳) مشخص کردن مکان توپ و هدف

با توجه به اینکه ما از یک مدل رقومی ارتفاع (DEM^1) در آنالیزهای تکنیک توپخانه استفاده می‌کنیم می‌بایستی با کلیک بر هر منطقه DEM، مکان قبضه و مکان هدف را بصورت یک شیپ فایل نقطه‌ای (Shapefile) ترسیم و در TOC^2 نمایش و آن را ذخیره نماید. پس از اضافه کردن ابزارهای مورد نیاز به تولبار اصلی و نوشتن کدهای مربوطه می‌توان محل هدف و قبضه را در محیط برنامه‌نویسی فراخوانی کرد و یک خط به صورت گرافیکی بین دو نقطه ایجاد می‌شود. در واقع تمام موارد مربوط به ایجاد یک شیپ فایل از جنس PolyLine بعد از ایجاد نقطه هدف شبیه به موارد قبلی کد نویسی می‌شود که در شکل ۹ اطلاعات نمایشی این ابزارها را مشاهده می‌کنید.

¹ -Digital Elavation Model

² -Table Of Content



شکل (۹) تعیین محل هدف و قبضه و نمایش خط واصل

۴) پیاده‌سازی تکنیک طرح تیر دیجیتالی

برای محاسبه کمترین زاویه تیر نیاز به دانستن ارتفاع بزرگترین مانع موجود در خط واصل بین توپ هدف و همچنین فاصله توپ تا مانع می‌باشد؛ لذا با استفاده از تخمین یا اندازه‌گیری مسافت و ارتفاع مانع ارسال شده توسط روسای توپ می‌توان ارتفاع و مسافت آن تا توپ را به دست آورد و توسط فرم طراحی شده کمترین زاویه تیر را محاسبه کرد. در شکل ۱۰ فرم پیاده‌سازی تکنیک توپخانه را مشاهده فرمایید.

شکل (۱۰) فرم پیاده‌سازی تکنیک توپخانه

برد و سمت تیراندازی نیز با استفاده از ابزارهای فوق و تشکیل پایگاه داده برای بردهای بین ۱۰۰ تا ۷۰۰۰ متر طبق محاسبات به‌دست آمده است. مقادیر حاصله با مقدار برد و سمت تیراندازی در مدل واقعی به طور تقریبی مطابقت دارند. مقادیر به‌دست آمده مطابق با شکل ۱۱ برای ارسال به روسای توپ آماده می‌باشد که پس از اعمال مقادیر مربوط سمت و زاویه تیراندازی بر روی توپ با فرمان افسر هدایت آتش تیراندازی انجام می‌شود.

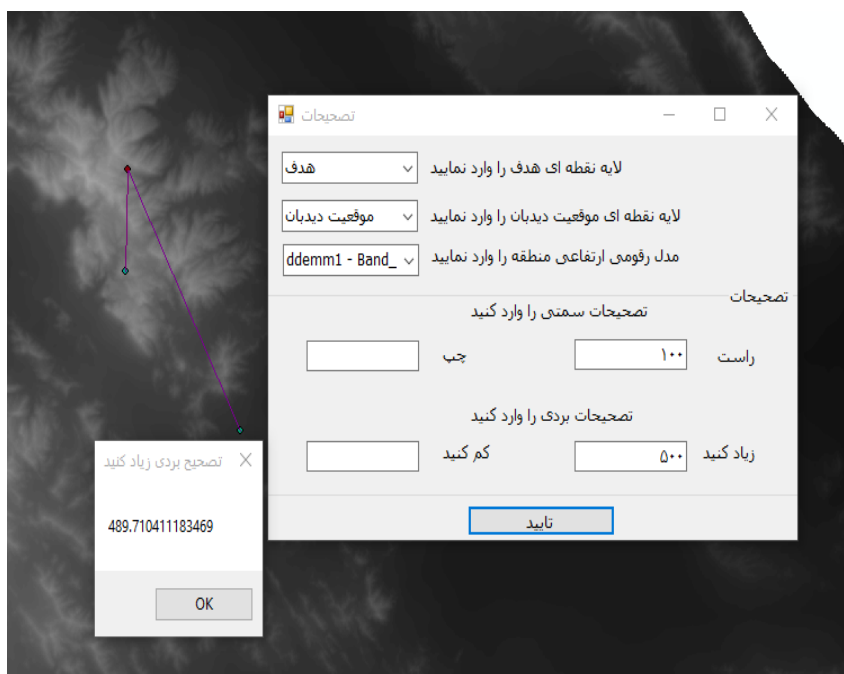
شکل (۱۱) فرم پیاده‌سازی اطلاعات تیراندازی

۵) موقعیت دیده بان

برای تعیین بهینه‌ترین مکان برای دیدبانی با توجه به نظر کارشناسان، معیارهای شیب، جهت شیب، طبقات ارتفاعی، میدان دید، فاصله تا هدف، دسترسی به جاده، فاصله از خط تیر در نظر گرفته شد. سپس کدهای مربوطه پیاده‌سازی و با روش فازی سلسله مراتبی آنالیزهای مربوطه به سامانه ما مزید گردید. پس از مکانیابی دیدبان و استقرار در محل مورد نظر مکان دیدبان با کلیک کردن بر روی مدل رقومی ارتفاعی منطقه توسط کاربر بر روی طرح تیر دیجیتال مشخص می‌گردد.

۶) تصحیحات

دیدبان پس از مشاهده محل گلوله‌ها تصحیحات خود را به مرکز هدایت آتش ارسال می‌کند. تصحیحات ارسال شده در فرم طراحی شده، توسط کاربر در طرح تیر دیجیتال در قسمت‌های مربوطه وارد می‌شود. شکل ۱۲ فرم انجام تصحیحات را نشان می‌دهد.



شکل (۱۲) فرم انجام تصحیحات

محاسبات مربوط به تصحیح سمت و برد به صورت قطبی انجام می‌شود و با استفاده از رابط کاربری ITransform2D محل هدف (نقطه هدف) تغییر می‌کند؛ بنابراین با توجه به

تغییر محل هدف محاسبات عناصر تیر برای آن بایستی مجدداً محاسبه و تیراندازی انجام پذیرد.

نتیجه گیری و پیشنهادها

مدل دیجیتالی طراحی شده به عبارتی نوعی طرح تیر دیجیتالی در GIS می باشد. کلیه مراحل انجام این پروژه کاربردی در سازمان تحقیقات و جهاد خودکفایی نزا تا تأیید و تصویب و تست های مختلف را طی نموده است و کارشناسان این سازمان با دریافت نظرات تخصصی از مرکز آموزش توپخانه، این پروژه را عملیاتی نموده اند. این مدل با مستندات عملیاتی اجرای تحقیق و مشاهده عینی استفاده از مدل ایجاد شده در منطقه عملیاتی گردان توپخانه توپ ۱۵۵ م م خودکشی در جهت اثبات فرضیه نشان داده است که مدت زمان برای پرتاب اولین گلوله به سمت هدف با استفاده از بالستیک هواسنجی به طور میانگین ۸۶٪ کمتر از پرتاب گلوله با استفاده از مدل مرسوم طول می کشد. همچنین زمان صرف شده برای پرتاب گلوله بدون استفاده از بالستیک هو اسنجی برای توپ مورد مطالعه در این تحقیق در ۵ شلیک انجام شده توسط افسران خبره توپخانه بین ۵ تا ۱۰ دقیقه بوده است. این در حالی است که زمان لازم برای پرتاب اولین گلوله با استفاده از مدل دیجیتالی بدون استفاده از بالستیک هواسنجی به ۲ دقیقه یعنی به طور میانگین زمان صرف شده برای پرتاب گلوله بدون استفاده از بالستیک هواسنجی ۸۰٪ کمتر از پرتاب گلوله در مقایسه با مدل مرسوم بوده است.

با این توضیحات در صحنه عملیاتی و مشاهدات عینی و شلیک های متعدد روش های دستی و سنتی مرسوم و همچنین گلوله های شلیک شده توسط محاسبات طرح تیر دیجیتال به این نتیجه رسیده ایم که طرح تیر دیجیتال علاوه بر داشتن سرعت بر دقت تیراندازی نیز افزوده است و در صورت استفاده از مدل های رقومی ارتفاعی دقیق تر می توان از این سیستم به عنوان یک سامانه نقطه زن در مدیریت محاسبات توپخانه برای انواع توپ ها و... استفاده کرد. و در نهایت پیشنهاد می گردد:

- پس از تحویل سامانه و تست های عملیاتی در گردان های توپخانه می توان با دریافت نقطه نظرات و معایب احتمالی، با تشکیل تیم تخصصی برنامه نویسی مکانی و کارشناسان توپخانه جهت تکمیل پروژه و رفع نقایص آن اقدام نمود.
- طراحی مدلی مشابه آنچه در این تحقیق انجام شده است برای تمامی توپ های موجود در سازمان های نظامی انجام پذیرد.

- باز طراحی مدل ارائه شده در این تحقیق بر روی سامانه‌های همراه با رویکرد نظامی جهت استفاده در شرایط عملیاتی انجام شود.
- انجام کلیه تحلیل‌ها و محاسبات در یک محیط سه بعدی که می‌توان با کدنویسی در محیط‌های سه بعدی GIS در نسخه‌های بعدی به سامانه اضافه گردد.

منابع

- اعلمی‌فر، علی. (۱۳۸۶). *آیین‌نامه تاکتیک توپخانه*. اصفهان: انتشارات دانشکده توپخانه صحرایی، ۶، ۱۴-۲۰.
- بهمنی، حمیدرضا. (۱۳۹۳). *بررسی چالش‌های تبدیل دانش ضمنی به دانش صریح در سازمان نظامی مطالعه موردی گردان‌های توپخانه در استان خوزستان*. تهران: کتاب کارشناسی ارشد مدیریت دانشگاه تهران
- فرتقی، مهدی. مهدی پور، فاطمه. آل شیخ، اصغر. *مقایسه معماری‌های مختلف webgis از منظر امکانات و نحوه پیاده‌سازی*. همایش ژئوماتیک ۸۴
- کریمی، محمود. (۱۳۸۵). *مرکز هدایت آتش*. اصفهان: دانشکده توپخانه صحرایی
- کانگ تسونگ چانگ. (۱۳۹۰). *آموزش برنامه‌نویسی ArcObjects در محیط VBA با رویکرد فعالیت-محور*. (سید رضا هاشمی پیکر، مترجم) تهران: انتشارات کیان رایانه سبز.
- شیخیان، علی، (۱۳۸۸). *حل پیام هواسنجی و استفاده از تصحیحات آن*. اصفهان: انتشارات دانشکده توپخانه صحرایی.
- مرکز توپخانه و موشک‌ها نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۸). *راهنمای دستگاه محاسبات هدایت آتش ستیاد*. اصفهان: انتشارات مرکز توپخانه و موشک‌ها نیروی زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران.
- مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع (۱۳۸۹). *بررسی سامانه‌های رایانه‌ای در سازمان‌های اطلاعاتی وزارت دفاع آمریکا*. تهران: انتشارات طرح فراسازمانی فاوا نیروهای مسلح مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاع.
- Matin, J. (1989). *A Model For Optimizing Field Artillery Fire*. Monterey: Naval Postgraduate School.
- U.S Army. (1996-1). *Tactics, Techniques, And Procedures For Field Artillery Manual Cannon Gunnery FM 6-40*. Washington, D.C: Headquarters, Department Of The Army U.S.

- U.S. Army. (1972). *Firing Tables*. Washington, D.C: Headquarters, Department Of The Army U.S.
- U.S. Army. (1996-2). *Tactics, Techniques, And Procedures For Field Artillery Cannon Battery FM 6-50*. Washington,D.C: Headquarters, Department Of The Army U.S.
- U.S. Army. (2014). *Field Artillery Operations And Fire Support FM 3-09*. Washington,D.C: Headquarters, Department Of The Army U.S.

