

# معادن آهن فورگورو در موریتانی

Le gisement de fer de Fort-Gouraud (Mauritanie)

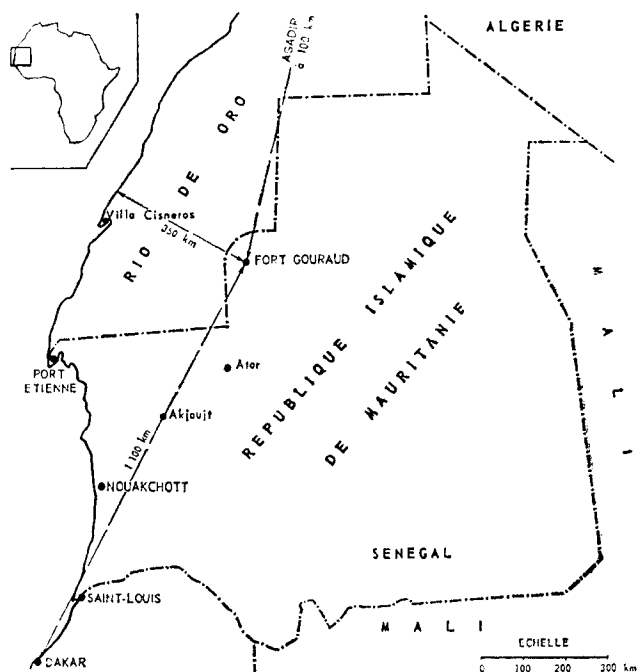
نوشته‌ی

نصراالله محمودی

مهندس کشوری معادن - استاد دانشکده فنی

## الف - کلیات

۱- محل معدن - کانسار آهن فورگورو در شمال جمهوری اسلامی موریتانی واقع شده است و فاصله آن تا اقیانوس اطلس بخط مستقیم ۳۰ کیلومتر و در وسط راه بین داکار (Dakar) (۱۱۰۰ کیلومتر) و اقادیر (Agadir) (۱۰۰۰ کیلومتر) قرار گرفته است (ش ۱).



شکل ۱

آب و هوای این ناحیه مانند کویر بوده و در مدت ۸ ماه از سال بادهای شدیدی در امتداد شمال به جنوب میوزد که سرعت آن گاهی به ۱۰۰ کیلومتر در ساعت میرسد. درجه حرارت در زمستان کمتر از ۳۰° و در تابستان به ۵۰° میرسد و مقدار باران آن بسیار کم میباشد.

**۲- تاریخچه** - وجود سنگ آهن در فورگوروا از ابتدای قرن بیستم آشکار شد ولی در سال ۱۹۴۸ میلادی بتوسط کمپانی بتلثم استیل (Bethleem Steel) مورد مطالعه قرار گرفت و در سال ۱۹۵۱ هیئتی مرکب از مهندسین فرانسوی - انگلیسی و کانادائی محل را بازدید و شروع به اکتشاف را در آنجا توصیه کردند و در نتیجه شرکت مختلطی موسوم به «میفرما» (Société de Mines de Fer de Mauritanie) (MIFERMA) با سرمایه ابتدائی ۶۰۰۰۰۰ فرانک فرانسه (در حدود ده میلیون ریال) تأسیس و عملیات اکتشافات معدن را بعهده گرفت.

شرکت میفرما تا سال ۱۹۵۷ در حدود ۶۷۰۰ مترگمانه و ۹۰۰ متر گالری حفر کرده و موفق به کشف قسمتی از کانسار شد و ضمن پیش بینی های لازم برای بدست آوردن آب و طریقه باریبری توانست یک پرونده کامل برای بهره برداری تهیه و بمنظور دریافت وام تسلیم بانک بین المللی توسعه و ترمیم نماید (BIRD) (Banque Internationale pour la Reconstruction et le Developpement)

پیشنهاد شرکت میفرما مورد قبول بانک مذکور واقع شد و در سال ۱۹۶۰ مبلغ ۳۳ میلیون فرانک در اختیار شرکت گذاشته شد و در ضمن سرمایه اصلی شرکت به مبلغ ۲۶ میلیون فرانک ترقی داده شد و با حساب کردن مبلغ ۷ میلیون فرانک کمک از طرف صاحبان سهام و ۱۰۹ میلیون فرانک قرضه از طرف مردم فرانسه جمعاً مبلغ ۸۱۸ میلیون فرانک (در حدود ۱۲۷۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال) جمع آوری گردید. سرمایه مذکور نه فقط صرف تجهیزات معدن شد بلکه برای ساختن ۶۰ کیلومتر راه آهن و خرید وسایل نقلیه و ساختن بندر بارگیری و دوشهر صنعتی و تأسیسات مربوط بآنها نیز بمصرف رسیده است.

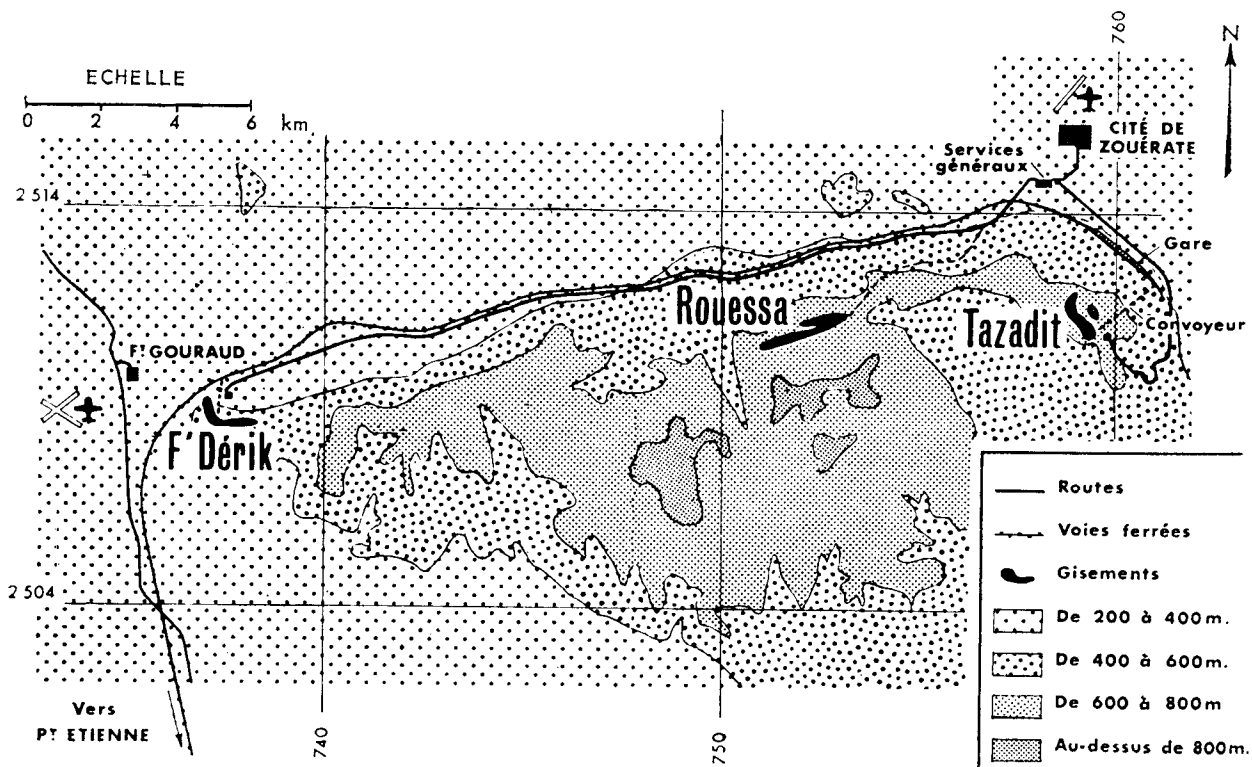
بدیهی است چنین سرمایه گذاری در یک کشور بیگانه مستلزم عقد قرار دادهای لازم با مقامات جمهوری موریتانی بوده و اگر بین طرفین اختلافی پیش آید از طریق داوری بین المللی حل و فصل خواهد شد. شرکت میفرما بر طبق مقررات موریتانی تأسیس شده است و دارای تعداد زیادی سهامدار است که مهمترین آنها عبارتند از: جمهوری موریتانی - مؤسسه تحقیقات زمین شناسی و معدنی فرانسه (B.R.G.M.) مؤسسه ای که مسئول تهیه مواد اولیه فولاد سازی کشور انگلستان است موسوم به (BISC ore) - شرکت فرانسوی (USINOR) - مؤسسه فولاد سازی ایتالیا (Finsider) - شرکت آلمانی تیسن هوت (Thyssen Hütte) و مؤسسات سرمایه گذاری دیگری مانند بانک رچیلد (Rothschild) و غیره. اکثریت سهام متعلق بفرانسویان است و بیش از نصف از سهامداران، خود مصرف کننده سنگ آهن میباشند.

شرکت میفرما در تاریخ ۲۱ مارس ۱۹۶۰ برای شروع به کار تصمیم گرفت و اولین کشتی حامل وسائل در ۱۰ آوریل همان سال وارد بندر پورت اتین (Port-Etienne) شد و سه سال بعد یعنی در ۱۲ آوریل ۱۹۶۳ اولین قطار سنگ آهن به بندر مذکور رسید و در ۱۰ ژوئن همان سال اولین کشتی بارگیری

شد و باین ترتیب عملیات مربوط در حدود شش ماه زودتر از تاریخ پیش بینی شده به نتیجه رسید و در حال حاضر ۴۸.۰۰۰ تن سنگ آهن در هر ماه از معدن فورگورو استخراج و حمل میشود.

### ب- کانسار

۱- زمین شناسی - در شمال موریتانی دشتی از سنگ خارای پرکامبرین زیرین وجود دارد (Precambriens anciens) که در مشرق بتوسط زمین های کامبرووردوئیسین (Cambro-ordovicien) و در مغرب بتوسط زمین های رسوبی جدید پوشیده شده است. در وسط این دشت، ریشه هائی از تشکیلات پرکامبرین بالا یافت میشود که مساحت آنها به ۱۰۰۰ کیلومتر مربع میرسد و شامل کوارتزیت سفید و شیسیت و کوارتزیت نواری همراه با هماتیت و مانیتیت است. یکی از ریشه های مذکور که ظاهراً بزرگتر از سایرین است تشکیل کوهی موسوم به کدیاد یجیل (Kedia d'Idjil) داده که طول آن ۲۰ کیلومتر و عرض آن ۱۰ کیلومتر و تا حدود ۶۰۰ متر از دشت مجاور ارتفاع دارد.



شکل ۲

امتداد این کوه شرقی - غربی است و قسمت وسط آن از برش (Brèche) با دانه های کوارتزوملات هماتیت ساخته شده است (ش ۲). دامنه شمالی و شرقی و هم چنین در چند نقطه جنوبی از کوه مورد بحث کوارتزیت نواری بشکل چینه درآمده است (ش ۳) که ضخامت آن ۳۰۰ متر و گاهی به ۲۰۰۰ متر میرسد. شیب چینه کوارتزیت نواری در دامنه شمالی ۶۰ تا ۹۰ درجه و در حدود ۴ کیلومتر طول آن است.

عیار آهن کوارتزیت عموماً ۰.۴٪ است و دارای چین خوردگی‌ها و گسل‌های فراوانی است (کوارتزیت نواری مذکور شبیه به کوارتزیت در کانسارهای آهن لابرادور- برزیل و ونزوالا میباشد).



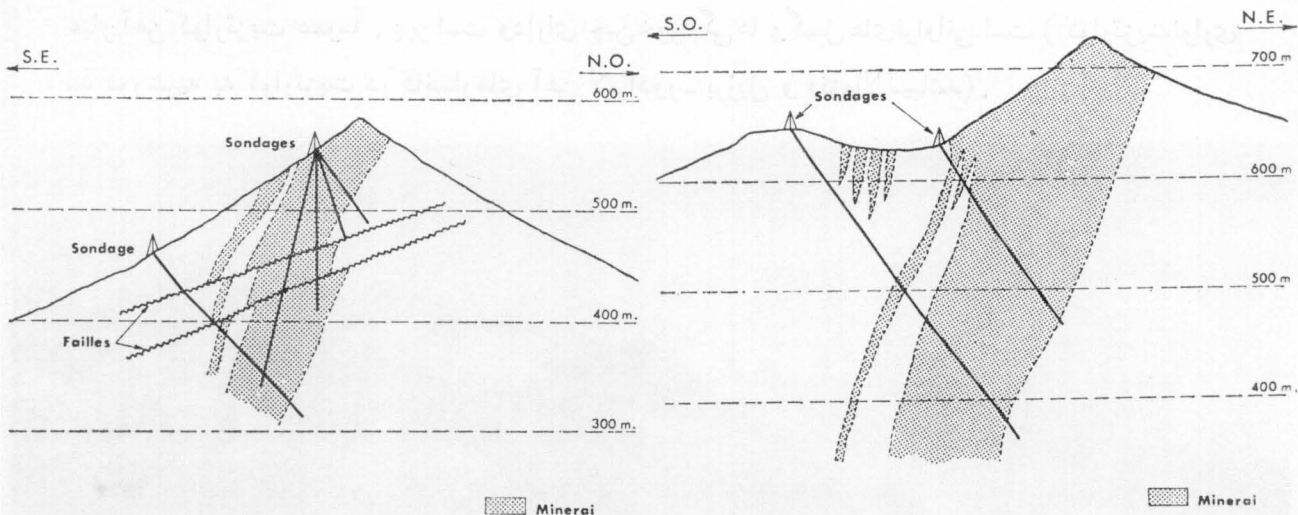
شکل ۳

درون چینه کوارتزیت نواری تعداد زیادی رخ نمون (Affleurement) باشکال و اندازه‌های مختلف دیده میشود و بطور کلی ۰.۴٪ عدد رخ نمون بمساحت ۸۰۰۰۰ متر مربع تشخیص داده شده که سه عدد از آنها تازادی (Tazadit) و روئسا (Rouessa) و فدریک (F'Dérik) از سایرین مهمتر بوده و عیار آهن آن‌ها به ۶۰٪ میرسد. این تغییر عیار نسبت به عیار عمومی بطور پیوسته صورت نگرفته و بنظر میرسد که به وجود گسل‌های طولی و عرضی بستگی داشته باشد. بنابراین ناحیه‌هایی بوجود آمده که عیار آهن آن ۶۰٪ و در بعضی قسمت‌ها ۵۳٪ و در بقیه ۰.۴٪ است.

سنگ آهن غنی دارای ۰.۴٪ (بسیار کم) فسفر و ۳٪ سیلیس و کمتر از ۱٪ آلومین است و مقدار گوگرد و منگاز و تیتان آن بسیار ناچیز و رطوبت آن از ۱٪ کمتر میباشد.

**۲- مقدار ذخیره** - عملیات اکتشافی را ابتدا در تازادی بمساحت ۲۰۰۰ متر مربع و فدریک بمساحت ۸۰۰۰۰ انجام داده‌اند و برای این منظور گمانه‌هایی به عمق ۴۰۰ متر (ش ۴) و چند کالری و گمانه‌هایی از درون کالری‌ها حفر کرده‌اند و در نتیجه ذخیره معدن را برحسب ملیون تن بشرح جدول زیر

برآورد نمودند:



شکل ۴

نام محل	ذخیره حتمی	ذخیره احتمالی	ذخیره ممکن	جمع
فدریک	۲۰	۲۰	—	۴۰
تازادی	۸۷	۳۰	۲۰	۱۳۷
روئسا	۱۵	۱۵	۱۵۰	۱۸۰
متفرقه	—	—	۳۵	۳۵
جمع	۱۲۲	۶۵	۲۰۵	۳۹۲

ذخیره حتمی برای شروع به عملیات بهره‌برداری کافی بوده است و هم اکنون در قسمت روئسا که مساحت آن به ۵۰۰۰ متر مربع میرسد عملیات اکتشافی انجام میشود و با احتمال قوی ذخیره حتمی این معادن به چند برابر خواهد رسید. در برآورد فوق فقط سنگ آهن غنی با عیار حداقل ۶۳٪ محسوب شده است ولی معلوم گردیده که بعضی از کوارتزیت‌های نرم که مقدار آنها به چند ملیارد تن میرسد را میتوان بسهولة پرعیار کرد و در حال حاضر تحقیقات در این زمینه ادامه دارد.

**۳- منابع آب** - از آنجائیکه میزان بارندگی سالیانه در بندر اتین ۲۵ میلی‌متر و در فور گورو ۴۰ میلی‌متر است، آبهای سطحی بسیار کم است و لذا برای بدست آوردن آب، بررسی‌هایی شده و از ۲ حلقه گمانه که در ناحیه معادن حفر شده تعداد ۱ حلقه از آن باب رسیده و در هر ماه ۱۳ متر مکعب آب که ۶٪ مصارف را تشکیل میدهد از این گمانه‌ها استخراج میکنند و از طرفی دیگر چون در ناحیه بولانوار (Boulanour) واقع در ۱۰۰ کیلومتری مشرق اتین، منبع آب زیرزمینی کشف گردیده هر ماه مقدار ۴۰۰۰ متر مکعب آب هم از آنجا استخراج کرده و قسمتی از آنرا با واگنهای مخزن به معدن و قسمت دیگر را به بندر اتین حمل میکنند.

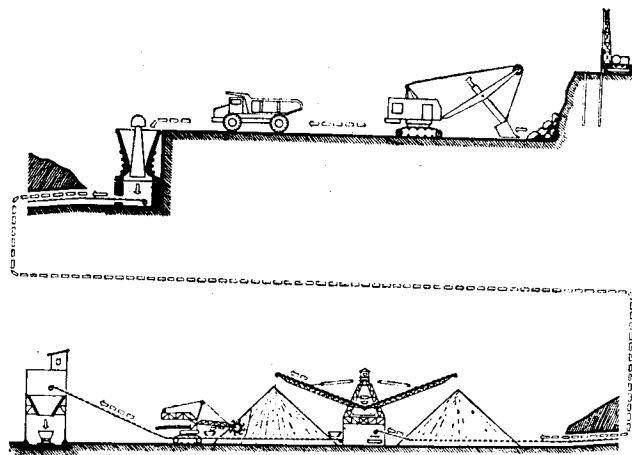
## ج - استخراج سنگ آهن

۱- **طریقه استخراج** - معدن تازادی را برای استخراج ۰۰ میلیون تن درسال و معدن فدریک را برای سالیانه ۰۰ میلیون تن مجهز کرده اند و استخراج سنگ آهن از معدن روئسا موکول به بدست آوردن نتیجه قطعی اکتشافات در آنجا میباشد.

طریقه استخراج روباز با پله های به ارتفاع ۱۰ متر بکار برده میشود و چون در حدود دو برابر ماده معدنی باید سنگ غیر از آنچه که فعلاً مورد نظر است را نیز کوه بری و حمل کنند می بینیم که در تنها معدن تازادی در هر سال در حدود ۱۳ میلیون تن باید کوه بری و جابجا کرد و بدیهی است این عمل محتاج به وسائل بزرگ برای حفر چال و بارگیری و باربری میباشد.

چالها را بوسیله ماشینهای حفر گمانه تهیه میکنند و برای انفجار آنها ماده منفجره نترات دامونیاك مخلوط با ۰ تا ۶٪ گاز اویل بکار میبرند و بطور متوسط برای حفر هر تن سنگ آهن ۱۰۰ گرم و هر تن سنگ دیگر (کوارتزیت نواری) مقدار ۱۸۰ گرم بمصرف میسرانند. سنگ آهن غنی را با دودستگاه بیل مکانیکی الکتریکی به حجم ۰۰ متر مکعب و سنگ های دیگر را با ۳ دستگاه بیل ۶ متر مکعبی در کامیون های ۶۰ تنی بارگیری کرده و به ترتیب سنگ آهن غنی را تا سنگ شکن و سایر سنگها را در محل مجزا از یکدیگر و واقع در دره مجاور ذخیره میکنند یک قسمت از سنگهای اخیر خود دارای ۰۴٪ آهن و قسمت دیگر آن دارای ۰۳٪ آهن است که برای استفاده بعدی آنها را جدا گانه ذخیره میکنند. برای باربری مذکور جمعاً تعداد ۲۲ کامیون در اختیار دارند.

دستگاه سنگن شکن از نوع فرفره ای است (Concasseur giratoire) و سنگ آهن غنی را با اندازه ۱۸۰ × ۱۲۰ میلیمتر در میآورد و سپس سنگها را وارد مخزنی بظرفیت ۲۰۰ تن میکنند (ش ۰). دیواره داخلی مخزن از تکه های کوارتزیت پوشیده شده است.



شکل ۶۰۰

فشار هوای درون تمام محفظه موتورهای مربوط به بیل مکانیکی و سنگ شکن کمی بیش از فشار

اتمفسراست و باین سبب شنهای نرم آسیبی به موتورها نمیرساند و چون اصولاً هوای آن ناحیه گرم است درون اتاقکهای متصدیان مربوطه تهویه مطبوع برقرار میباشد.

**۲- نوار باربری -** دستگاه سنگ شکن و مخزن بعد از آن، در ارتفاع ۶۴ متر واقع شده و برای رسیدن به ایستگاه راه آهن که در ارتفاع ۴۲ متری است باید از یک گردنه با ارتفاع ۷۰ متر عبور کنند و بنابراین مناسب ترین وسیله برای حمل سنگ آهن بین دو نقطه گفته شده یک نوار باربری است که با شیب منظم از یک تونل بطول ۷۰۰ متر عبور کند. طول نوار ۱۸۰ متر و عرض آن ۱۲ متر و با سرعت ۲ متر در ثانیه حرکت کرده و در هر ساعت ۱۸۰ تن سنگ آهن از مخزن تا ایستگاه راه آهن حمل میکند. اختلاف ارتفاع بین مبدأ و مقصد نوار ۱۹۰ متر است. این نوار محتاج به نیروی محرکه نیست و بلکه در ازاء هر تن سنگ که باربری میکند مقدار ۴ کیلووات برق تولید میکند که صرف ترمز کردن خود نوار میشود.

در ایستگاه راه آهن محلی برای ذخیره کردن ماده معدنی پیش بینی گردیده که ظرفیت آن ۱۲۰۰۰ تن است و بر حسب احتیاج، یا بوسیله نوار ماده معدنی را مستقیماً در واگن بارگیری میکنند و یا ماده معدنی را در محل گفته شده انبار کرده و بعداً بوسیله یک بیل چرخشی (ش ۶) با ظرفیت ۶۰ لیتر به نسبت ۲۰۰ تن در ساعت آنرا در واگن ها بارگیری میکنند.

**۳- مراقبت در عیار سنگ آهن -** از آنجائیکه کیفیت سنگ آهن استخراج شده در درجه اول اهمیت قرار دارد برای تعیین عیار قسمتهای مختلف چینه معدنی، بوسیله گمانه ازر ۲۰ متر نمونه برداری میکنند. عمق گمانه ها ۶ متر و چنانچه گفته شد فاصله بین آنها در دو امتداد عمود بر هم ۲۰ متر است و لذا قسمتهای سنگ غنی را کاملاً مشخص کرده و برای عملیات حفاری و باربری آن، برنامه ای تنظیم میکنند و بعلاوه از نمونه هایی که ضمن حفارها و سپس از ماده معدنی کنده شده بدست میآورند اصلاحاتی در برنامه فوق بعمل میآورند بطوریکه سنگهای با عیار ۶۳٪ را جدا گانه و سنگهای با ۵۳٪ و یا با ۴۰٪ آهن را جدا گانه به محلهای مربوط حمل میکنند. از تمام محصول وزانه نیز مرتباً نمونه برداری میکنند و در نتیجه ترتیبی میدهند که در انبار واقع در بندر اتین توده هایی بوزن ۱۰۰۰۰ تن بدست آید که عیار آهن آن با تقریب ۰٫۰٪ برابر با عیاری باشد که در قرارداد فروش معین کرده اند.

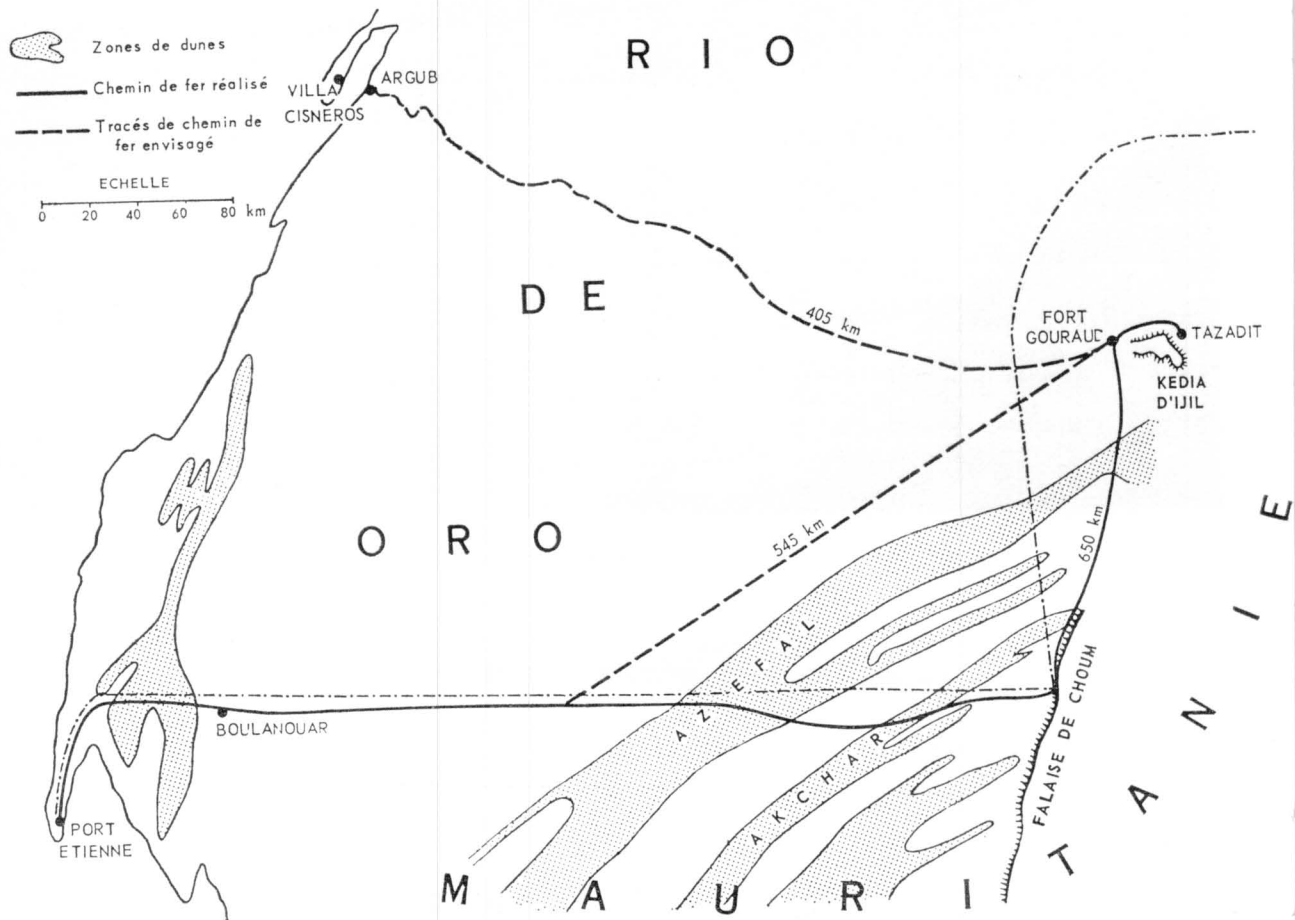
**۴- تأسیسات سرمعدن -** سرمعدن تأسیساتی از قبیل: آزمایشگاه - دفتر - تعمیرخانه - انبار و نیروگاه بقدرت ۱۱۲ کیلووات و وسائل تصفیه آب تعبیه شده است. شهر صنعتی که از طرف شرکت میفرما ساخته شده دارای ۳۷ خانه مسکونی برای مهندسين و کارمندان و ۲۰ خانه برای استاد کاران و ۴۲ خانه برای کارگران است و بعلاوه دو مدرسه و یک مرکز تعلیمات حرفه ای و یک بیمارستان و یک سینما و دو استخر شنا نیز دایر گردیده است. تمام ساختمانهای مذکور دارای تهویه مطبوع میباشد.

## د - حمل سنگ آهن از معدن تا بندر

**۱- انتخاب مسیر -** ساحل اقیانوس اطلس که در مغرب معدن واقع است دارای دو محل برای تأسیس

بندرگاه است ولی آنکه در خاک کشور ریودوارو (Rio de Oro) واقع است دارای آبگیر کم بوده و برای بارگیری در کشتی‌های بزرگ میبایست پلی بطول ۱۰۰ متر بطرف دریا تعبیه کنند و لذا بندر اتین (Port-Etienne) که مناسبتر است انتخاب گردید و چون عبور راه آهن از خاک ریودوارو تولید اشکالات ترانزیتی مینمود بجای مسیر خط چین بطول ۴۰ کیلومتر، مسیر خط پر بطول ۶۰ کیلومتر (ش ۷) انتخاب کرده اقدام به تأسیس راه آهن نمودند. مشخصات عمده مسیر راه آهن از معدن به بندر باین شرح میباشد:

در کوههای شوم (Choum) تونلی بطول ۱۸۹ متر ساخته شده (برای آنکه راه آهن از کشور موریتانی خارج نشود). راه آهن از ناحیه آکشار (Akchar) و آزفال (Azefal) از روی خاک ریزی عبور کرده است این نواحی بطول ۲۰ و ۰ کیلومتر دارای تپه‌های شنی ثابت با ارتفاع ۰ تا ۲ متر است. در شمال بندر اتین تپه‌های شنی متحرکی در طول ۰ کیلومتر وجود دارد که بعضی از آنها ۳ متر ارتفاع دارد. این تپه‌ها در هر سال از ۱۰ تا ۱۰۰ متر بطرف جنوب جابجا میشود. برای اسکان تپه‌های مذکور روی آنها و مخصوصاً در طرفی که باد میوزد نفت سیاه پراکنده میکنند.

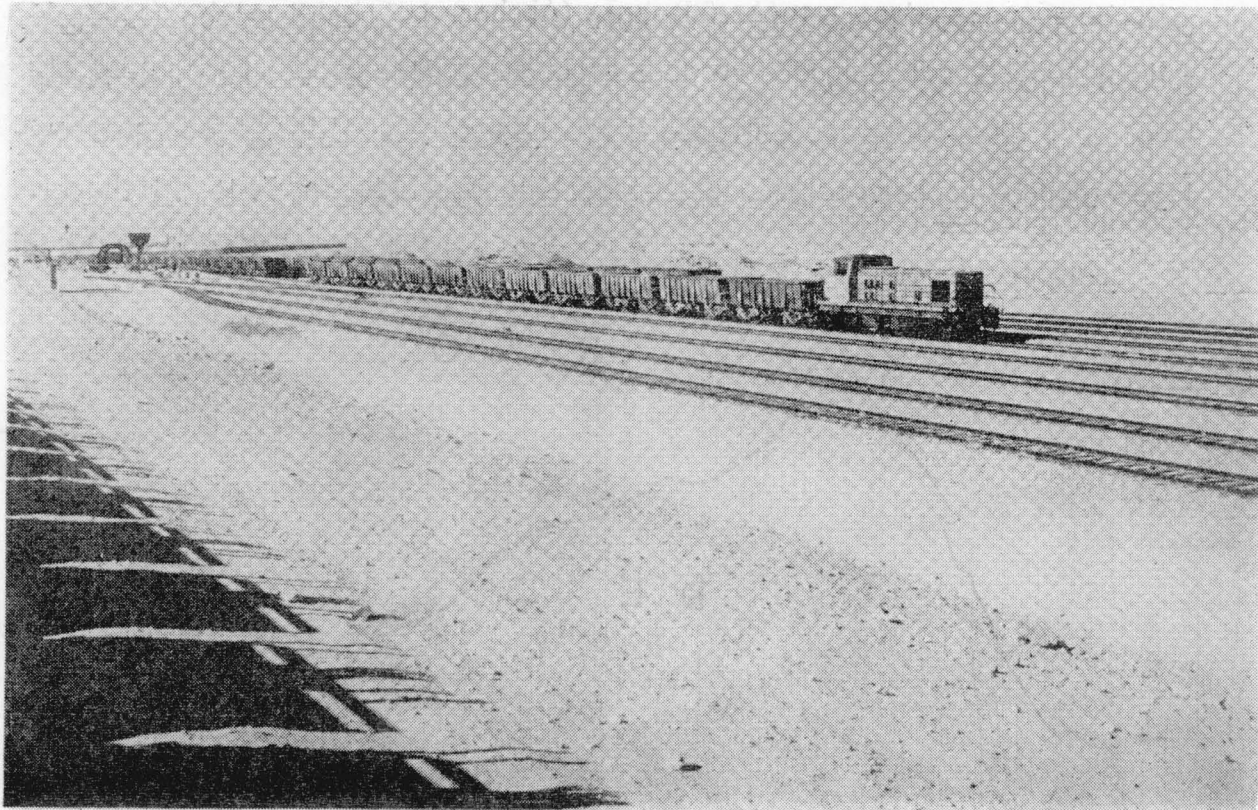


شکل ۷

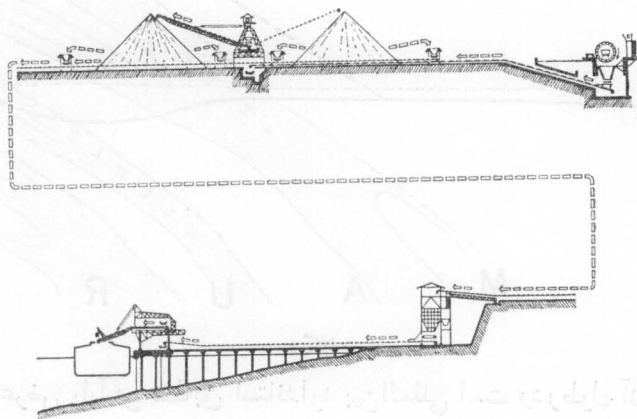
۲- راه آهن - عرض راه آهن مطابق استاندارد بین‌المللی است و در طول آن تعداد هفت محل برای دوراهی تأسیس شده است. شیب راه در جهت حرکت واگنهای پرتا ۱٪ و در جهت حرکت واگنهای



خالی ۰٫۰۷ است. حداقل شعاع قوسها ۰٫۰ متر و راه آهن را با ریل ۰ کیلو گرمی و تراورس آهنی ساخته اند. فاصله بین تراورس ها ۰ سانتیمتر است و بملت نزدیک بودن به دریا در چند کیلومتر نزدیک به بندر از تراورس چوبی اشباع شده استفاده کرده اند. قطارها مرکب از ۱۳۰ واگن هریک بظرفیت ۷۷ تن است و لذا هر قطار مقدار ۱۰۰۰۰ تن سنگ آهن را حمل میکند. هر قطار بوسیله ۳ دستگاه لکوموتیو دیزل الکتریک بقدرت ۲۰۰ اسب حرکت میکند. سرعت حرکت قطارهای پر ۰ کیلومتر در ساعت و سرعت حرکت قطارهای خالی ۰ کیلومتر در ساعت است.



شکل ۸

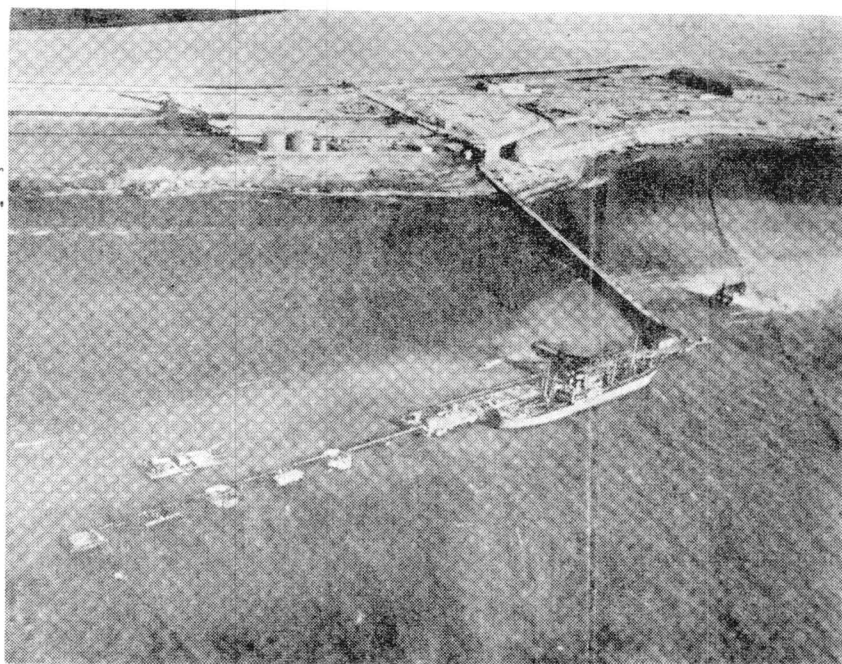


شکل ۹

ولذا با در نظر گرفتن اوقات لازم جهت بارگیری و باراندازی یک دوره گردش هر قطار در دوشبانه روز انجام میشود. تعداد قطارها در هر جهت و در هر روز ۲ سرویس است و بنابراین در هر سال مقدار ۷ میلیون تن باربری میکنند.

**۳- تأسیسات بندری - (ش ۸)** ایستگاه راه آهن در بندر اتین دارای وسیله‌ای (ش ۹) برای تخلیه واگنها به نسبت ۴ و واگن در هر ساعت است و لذا سنگ آهن آنها بوزن ۴۰۰۰ تن را بوسیله نوار باربری مستقیماً به کشتی ویا در انبارهای ذخیره حمل میکنند. ظرفیت انبارهای ذخیره دو میلیون تن است. ظرفیت نوار بارگیری و بیل چرخشی برای بارگیری در کشتی ۳۰۰۰ تن در ساعت است.

اسکله بارگیری به کشتی بطول ۲۴۰ متر و بعرض ۱۹۰ متر است که بموازات ساحل بفاصله ۴۰ متر از آن ساخته شده است و عمق آب هنگامیکه دریا جزر است ۱۲ متر میباشد که برای بارگیری در کشتیهای ۶۰۰۰ تنی کافی است. در امتداد اسکله بارگیری یک اسکله برای تخلیه مواد نفتی تعبیه شده است. بین اسکله و ساحل یک پل بعرض ۱۰۰ متر ساخته شده است (ش ۱۰).



شکل ۱۰

در بندر اتین یک نیروگاه بقدرت ۸۰۰ کیلووات و مخزن‌های مواد نفتی بظرفیت ۵۰۰۰ متر مکعب و تعمیرخانه و غیره تأسیس شده است و برای سکونت کارکنان مربوط بفاصله ۵ کیلو متری در شمال بندر اتین شهری ساخته اند که دارای ۳۲ خانه برای مهندسين و کارمندان و ۱۴۸ خانه برای استادکاران و ۷۰ خانه برای کارگران و مانند شهر معدنی، دارای اماکن عمومی لازم میباشد ولی ساختمانهای این شهر محتاج به تهویه مطبوع نبوده و باین وسائل مجهز نمیشد.

**۴- پیش بینی برای آتیه -** پس از انجام عملیات اکتشافی در ناحیه رؤسا، در نظر است که ظرفیت

بارگیری در کشتی را به دو برابر یعنی به ۲۰۰۰ تن در ساعت تغییر دهند و برای تغلیظ سنگ آهن دارای ۴۰٪ یا ۵۳٪ آهن نیز تحقیقات وسیعی در جریان است و هم چنین در نظر است که کف دریای نزدیک به اسکله را به عمق ۱۵ متر برسانند بطوریکه بندرگاه بتواند کشتی های ۱۰۰۰۰ تنی را برای بارگیری به پذیرد. شرکت میفرما در سال گذشته باین شرح صادرات داشته است:

به انگلستان	۱۴۰۰۰۰ تن	به هلند	۱۷۵۰۰۰ تن
» آلمان غربی	» ۱۲۸۰۰۰۰	» بلژیک	» ۱۶۵۰۰۰
» فرانسه	» ۹۶۵۰۰۰	» اتازونی	» ۱۵۵۰۰۰
» ایتالیا	» ۷۸۵۰۰۰	» متفرقه	» ۷۵۰۰۰

مجموعه ای که شرح داده شد در مدت سه سال بموقع اجرا در آمده است و این سرعت در عمل، نشانه کوشش مهندسین و افراد با تجربه و با ایمانی است که با کمک ماشین ولی در محیط دوستانه ای مرکب از اهالی موریتانی و بیگانگان بوجود آمده است.

