در واقع پمپِ آب، و نه قطار!

نویسنده: دکتر عبدالرضا عشقی‌پور

تاریخ انتشار: 7 Aban 2585 باستانی برابر با October 29, 2026 میلادی

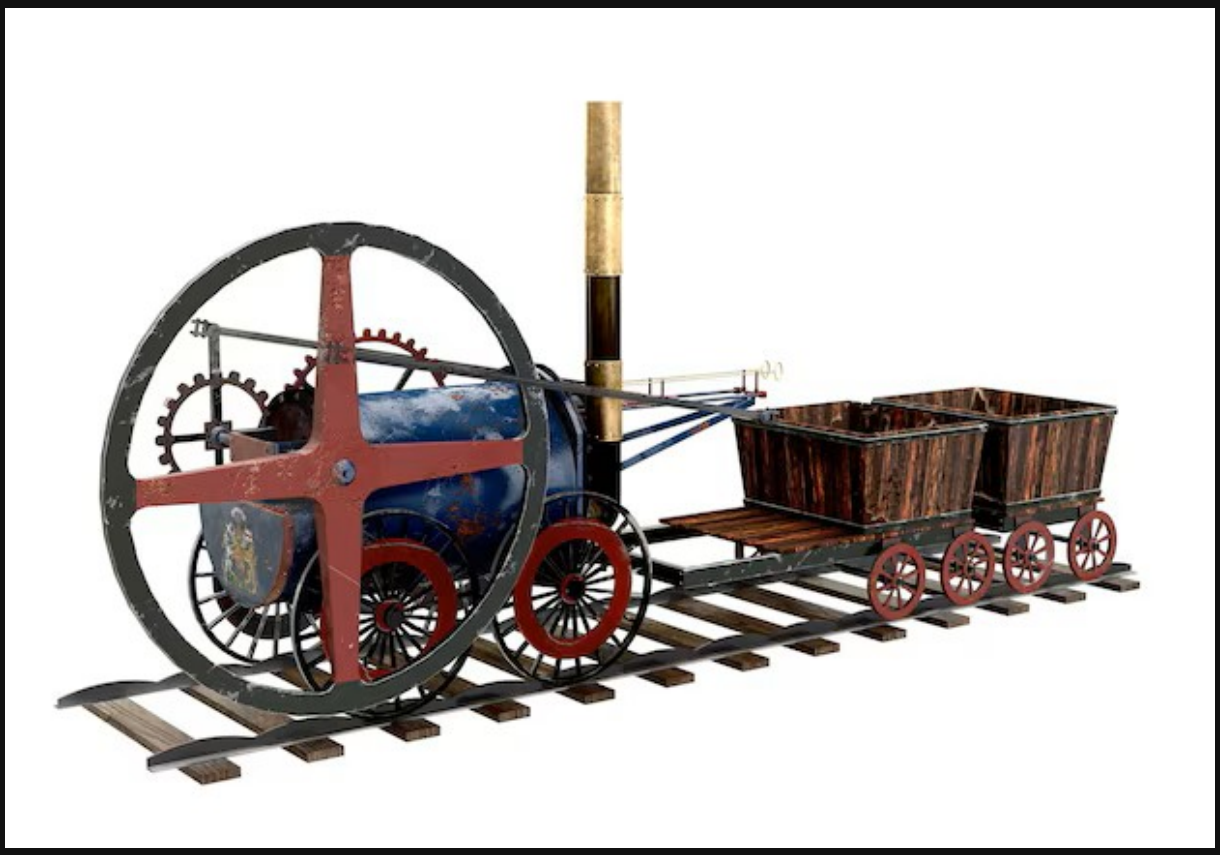


موضوع جالب اینجاست که در ابتدا قطار برای بردن مسافر طراحی و ساخته نشد؛ بلکه برای بیرون کشیدن آب از معدن‌های ولز ساخته شد!

اگر روز ۲۱ فوریه‌ی ۱۸۰۴ میلادی در دره‌ی مرثیر تیدویل در جنوب ولز ایستاده بودید، چیزی می‌دیدید که هیچ انسانی پیش از آن ندیده بود؛ توده‌ای از آهن و دود که بدون اسب، بدون باد، بدون آب جاری، خودش راه می‌رفت. ده تن شمش آهن را در پنج واگن می‌کشید و هفتاد نفر هم روی واگن‌ها نشسته بودند، کارگرانی که نمی‌خواستند این فرصت طلایی را از دست بدهند.

خودِ سازنده، «ریچارد تروتیک»، فردایش در نامه‌ای نوشت که ماشین «در حین کار، نزدیک به پنج مایل در ساعت» می‌رفت، یعنی حدود هشت کیلومتر بر ساعت. اما کل مسیرِ نزدیک به شانزده کیلومتری چهار ساعت و پنج دقیقه طول کشید، چون بارها برای پاک کردن ریل ایستادند. سرعت متوسط واقعی حدود چهار کیلومتر بر ساعت بود، «**کمی کندتر از قدم زدن**».

با این حال، آن روز مرزی است که تاریخ حمل‌ونقل را به قبل و بعد تقسیم می‌کند. اما برای فهمیدن اینکه چرا آن ماشین در آن دره بود و نه جای دیگر، باید از امروز (۲۰۲۶ میلادی) سیصد و چهارده سال به عقب برگردیم، و متوجه شویم که قطار، در اصل، یک پمپِ آب بوده است و برای حمل مسافر ساخته نشده است.



مسئله‌ای که نامش آب بود

اوایل قرن هجدهم حدود ۱۷۱۲ میلادی، معادن زغال‌سنگ و قلع بریتانیا به مشکلی رسیده بودند که ساده به نظر می‌آمد ولی مرگبار بود. هرچه عمیق‌تر می‌کندند، آب بیشتری بالا می‌آمد. زیر یک عمق مشخص، معدن به‌سادگی پر از آب می‌شد و کار متوقف می‌شد، راه‌حل موجود اسب بود. گله‌های اسب که شبانه‌روز چرخ پمپِ آب را می‌چرخاندند و سطل‌های آب را بالا می‌کشیدند. این راه‌حل هزینه‌اش کمرشکن بود و در معادن قلع کورنوال، خوراک اسب‌ها می‌توانست از دستمزد معدنچی‌ها بیشتر شود، و مهم‌تر از آن، اسب سقف و محدودیت داشت؛ یعنی هر چقدر هم اسب اضافه می‌کردند، از یک عمقی به بعد آب برنده بود. اینجاست که «**توماس نیوکامن**»، آهن‌فروش و ابزارساز اهل دارتموث، وارد می‌شود. نیوکامن مهندس دانشگاه‌دیده نبود، تحصیلات رسمی‌اش ناچیز بود و شهرتش را به‌عنوان صنعتگری که با آزمون و خطا کار می‌کند به‌دست آورده بود. او فروشنده‌ی ابزار به معدنچی‌ها بود و به آنها وسیله می‌فروخت. بنابراین او دقیقاً می‌دانست مشکل معدنچی‌ها چیست. در سال ۱۷۱۲ میلادی نخستین موتور بخار ثبت‌شده‌ی او نزدیک قلعه‌ی دادلی در استافوردشر نصب شد. آن واژه‌ی «ثبت‌شده» بی‌دلیل نیست! امروزه این ماشین به‌عنوان نخستین موتور موفق نیوکامن پذیرفته شده، اما ممکن است نمونه‌های پیشین بی‌آنکه سندی از آن‌ها به‌جا مانده باشد، وجود داشته باشند. در هرحال طرز کار موتور بخار زیبا و ابتدایی بود، یعنی بخار وارد یک سیلندر می‌شد، سپس آب سرد به داخل همان سیلندر پاشیده می‌شد، بخار ناگهان میعان می‌کرد و خلأ نسبی می‌ساخت، و **فشار خلاء** پیستون را به پایین می‌راند. به همین دلیل به آن «موتور خلاء» می‌گفتند. در حقیقت نیرویش از بخار نمی‌آمد، بلکه از «خلاء» تامین می‌شد، و بخار فقط ابزار ساختن این خلأ بود. این ماشین به‌طرز شرم‌آوری ناکارآمد بود، چون هر چرخه موتور، سیلندر داغ را سرد و دوباره گرم می‌کرد و این باعث مصرف سوخت بسیار زیادی می‌شد، اما در محوطه‌ی معدن زغال‌سنگ، سوخت عملاً مجانی بود و ناکارآمدی این موتور وقتی سوخت زیر پایش ریخته باشد، ابداً مسئله‌ی مهمی نبود.

۹۹٪ درصد!

امروزه بازده موتور اولیه‌ی نیوکامن حدود نیم درصد برآورد می‌شود، و این یعنی نزدیک به ۹۹/۵ درصد انرژی زغال‌سنگ هدر می‌رفت. حتی پس از بهبودهای «جان اسمیتون»، بازده به‌سختی از یک درصد گذشت. سه قرن بعد، همین منطق، یعنی گرم و سرد کردن مکرر یک محفظه، دلیل اصلی مرگ عصر بخار شد.

جیمز وات و چیزی که اختراع نکرد!

نام **جیمز وات** آن‌قدر با موتور بخار گره خورده که بسیاری فکر می‌کنند او مخترعش بوده، ولی نبود. جیمز وات در دانشگاه گلاسکو تعمیرکار ابزار علمی بود و در زمستان ۱۷۶۳ – ۱۷۶۴ میلادی، یک ماکت آموزشیِ موتور نیوکامن را برای تعمیر به او دادند. در حین بررسی او متوجه شد که ماکت مدام سوخت کم می‌آورد، و علت را فهمید. علت تلف شدن گرما در چرخه‌ی سرد و گرم کردن سیلندر بود. به روایت خودش راه‌حل، در مهِ ۱۷۶۵ میلادی هنگام قدم زدن در گلاسکو گرین به ذهنش رسید و این راه‌حل در یک جمله خلاصه می‌شود:

میعان را در محفظه‌ای جداگانه انجام بده تا سیلندر اصلی همیشه داغ بماند.

موتور توسعه‌یافته‌ی وات حدود سه‌چهارم کمتر از نمونه‌ی همتای نیوکامنی سوخت مصرف می‌کرد. حق ثبت این بهینه‌سازی روی موتور نیوکامن در ۱۷۶۹ میلادی برای وات صادر شد و با مصوبه‌ای در پارلمان در ۱۷۷۵ میلادی تا سال ۱۸۰۰ میلادی تمدید شد، وگرنه ثبت ایده‌ی وات در سال ۱۷۸۳ میلادی منقضی می‌شد. اما وات یک کار دیگر هم کرد که کمتر گفته می‌شود. او شدیداً مخالفِ بخار پرفشار بود و آن را خطرناک ارزیابی می‌کرد، و همین باعث شد تا خود را به موتور «فشار خلاء» محدود کند و علیه «بخار فشار قوی» حسابی تبلیغ منفی می‌کرد؛ نقل شده که حتی در پارلمان علیه ماشین‌های تروتیک لابی هم کرده است. البته او در این نگرانی تنها هم نبود و شاهد هم داشت، دیگ‌های آن دوره به‌دلیل نبود دانش کافی در این زمینه واقعاً منفجر هم می‌شدند.

اینجا باید در این مقاله‌ی علمی، جانب احتیاط را رعایت کرد. روایت رایج می‌گوید حق ثبت «جیمز وات»، تولد لوکوموتیو را چند دهه عقب انداخت، اما پژوهش‌های اقتصادی جدیدتر، به‌ویژه مقاله‌ی سلگین و ترنر در Journal of Law and Economics، این را افسانه می‌دانند و معتقدند که موتور پرفشار اصلاً به کندانسور جداگانه نیاز نداشت و بنابراین این مسئله، یعنی حق ثبت وات، باعث عقب‌افتادگی ساخت لوکوموتیو نشده است. آنچه مستند است، تأثیر شخصی وات برای جلوگیری از ساخت موتور پرفشار است. او همکار خودش «ویلیام مُرداک» را هم از ادامه‌ی کار روی لوکوموتیو با موتور پر فشار دلسرد کرد. البته پارادوکس این‌کار، هرچه باشد، سر جای خود می‌ماند. مردی که موتور بخار را واقعاً عملی کرد (جیمز وات)، به آن شاخه‌ای بی‌اعتقاد بود که لوکوموتیو از آن می‌رویید. چون لوکوموتیو بدون موتور پرفشار ممکن نبود، زیرا موتور خلاء برای ساختن نیروی کافی رانش به اندازه‌ی موتور پرفشار، باید آن‌قدر بزرگ می‌بود که هرگز نمی‌توانست روی چرخ جا شود.



نیمه‌ی گمشده‌ی ماجرا یعنی ریل، قدیمی‌تر از ماشین.

تصور رایج این است که ریل برای قطار ساخته شد، ولی نه! این کاملاً برعکس است. وقتی تروتیک لوکوموتیوش را ساخت، ریل دست‌کم دو قرن سابقه زندگی داشت. در کتاب *De Re Metallica* اثر «گئورگیوس آگریکولا»، چاپ ۱۵۵۶ میلادی، تصویر واگن‌های معدنی را می‌بینیم که روی تیرهای چوبی حرکت می‌کنند. جالب اینکه چرخ این واگن‌ها لبه (فلنج) نداشت؛ میله‌ای عمودی زیر واگن در شکاف میان دو تخته می‌افتاد و مسیر را نگه می‌داشت. یعنی حتی ایده‌ی «هدایت‌شدن روی مسیر» پیش از آنکه چرخ ریلی اختراع شود وجود داشت.

واگن‌راه وولاتون که در نزدیکی ناتینگهام–انگلستان، میان سالهای ۱۶۰۳ – ۱۶۰۴ میلادی به دست «هانتینگدون بومونت» ساخته‌شده، یکی از نخستین نمونه‌های ثبت‌شده است که مسیری چوبی برای بردن زغال‌سنگ از معدن به رودخانه، با نیروی اسب را به‌نمایش می‌گذارد. (اینکه آیا این «اولین» بوده هنوز هم محل بحث است؛ بروزلی در شراپ‌شر مدعی است که **واگن‌راه وولاتون** رقبای زیادی هم داشته است.) منطق این قطار ساده و قدرتمند بود؛ یک اسب روی جاده‌ی گِلی شاید بتواند یک تن بکشد، اما همان اسب روی ریل صاف، به‌خاطر کاهش شدید مقاومت غلتشی، می‌تواند چندین برابر را بکِشد. در حقیقت **ریل، ضریب یک اسب را چند برابر می‌کرد.**

در قرن هجدهم چوب جای خود را به فلز داد.

از سال ۱۷۶۷ میلادی که در کول‌بروک‌دیل ریل چدنی ساخته شد، و به‌گفته‌ی بیشتر منابع معتبر، نخستین‌در جهان است. سپس «پلیت‌وی» رواج یافت که جان‌پارکِر حدود سال ۱۷۸۷ میلادی صفحه‌های .در معدن شفیلدبه کار برد چدنی‌شکل که**لبه روی ریل بود، نه روی چرخ**، و همین باعث می‌شد گاری‌های معمولیِ جاده هم بتوانند روی آن بروند. پس در آستانه‌ی سال ۱۸۰۰ میلادی، دو نیمه‌ی معادله ساخت قطار آماده بودند و در فاصله‌ی چند صد متری هم قرار داشتند. **ماشینی که نیرو تولید می‌کرد** و **مسیری که اصطکاک را تا حد زیادی حذف می‌کرد**. ولی کسی هنوز آن‌ها را به هم نچسبانده بود.

مردی که از انفجار نمی‌ترسید!

«**ریچارد تروتیک**» اهل کورنوال بود، پسر یک سرپرست معدن، قدبلند و مشهور به زور بازو. برخلاف جیمز وات، او بخار پرفشار را نه خطر، بلکه فرصت می‌دید. معتقد بود هرچه فشار بالاتر، موتور کوچک‌تر و سبک‌تر برای همان نیرو، و سبک‌وزنی دقیقاً همان چیزی بود که یک ماشین متحرک نیاز داشت. در شب کریسمس ۱۸۰۱ میلادی، تروتیک خودرو بخار جاده‌ای‌اش «شیطان دمنده» را در سربالایی کامبورن راه انداخت و چند مسافر را هم سوار کرد. چهار روز بعد، پس از یک خرابی، خدمه، ماشین را کنار مهمان‌خانه‌ای رها کردند و رفتند؛ آب دیگ ته کشید و ماشین سوخت. اما او در ۱۸۰۲ میلادی موتور پرفشاری دیگری در کول‌بروک‌دیل ساخت، سپس به ولز رفت، یعنی به کارخانه‌ی آهن پنی‌دارن. آنچه آنجا اتفاق افتاد، به‌طرز بسیار جالبی، از دل یک **شرط‌بندی** بیرون آمد. «ساموئل هامفری»، صاحب کارخانه‌ی آهن پنی‌دارن، و «ریچارد کراوشیِ» صنعتگر، هر یک ۵۰۰ گینی با «ریچارد هیل» شرط بستند که آیا ماشین تروتیک می‌تواند ده تن آهن را تا آبرکینن ببرد و واگن‌های خالی را برگرداند. روز ۲۱ فوریه‌ی ۱۸۰۴ میلادی، لوکوموتیو مسیر ۹/۷۵ مایلی (۱۵/۷ کیلومتر) تراموای مرثیر را طی کرد. تروتیک فردایش نوشت: «**ده تن آهن، پنج واگن، و هفتاد نفر سوار بر آن‌ها**»؛ «**بیش از نه مایل**» در «**چهار ساعت و پنج دقیقه**»؛ و اینکه «**آن آقایی که ۵۰۰ گینی علیه‌ش شرط بسته بود، تمام مسیر را سوار شد.**» و البته شکست خورد.

در راه بازگشت یکی از پیچ‌های کوچکی که محور را به دیگ متصل می‌کرد برید و تمام آب دیگ بیرون ریخت. ماشین تا فردای آن روز برنگشت. «کراوشی» همین را بهانه کرد که شرایط شرط برآورده نشده، البته هرگز معلوم نشد که دعوا فیصله یافت یا نه.

مشکل بزرگ‌تر اما جای دیگری بود، این لوکوموتیو **برای ریل‌ها بیش از حد سنگین بود.** صفحه‌های چدنی، که برای گاری و اسب طراحی شده بودند، زیر وزنش می‌شکستند. خط دوباره به اسب بازگشت و کارخانه‌ی آهن پنی‌دارن سرانجام موتور را از چرخ‌هایش پیاده کرد و به‌عنوان موتور ثابت برای کار انداختن چکش آهنگری به کار گرفت. و این‌چنین بود که در آن زمان اولین لوکوموتیو ریلی جهان، عمر مفیدش را به‌عنوان یک ماشین بی‌حرکت گذراند.



سیرکِ بخار

تروتیک یک بار دیگر تلاش کرد، و این بار خیلی صریح‌تر. در تابستان ۱۸۰۸ میلادی در زمینی نزدیک جاده‌ی یوستون لندن، جایی که امروز زیر ساختمان‌های کالج دانشگاهی لندن مانده است، مسیری دایره‌ای ساخت، لوکوموتیوی به نام «**اگر می‌توانی بگیرم**» روی آن گذاشت، دورش پَرچین کشید و بلیت فروخت.

منابع درباره‌ی قیمت ورودی اختلاف دارند، کتابخانه‌ی بریتانیا آن را «دو شیلینگِ بسیار گران» می‌خواند، برخی منابع دیگر یک شیلینگ شامل یک دور سواری. ولی هرچه بود، گران محسوب می‌شد و از تعداد بازدیدکنندگان حسابی کاست. با این حال این نخستین بار در جهان بود که یک لوکوموتیو بخار **مسافرِ بلیت‌خریده** جابه‌جا می‌کرد. نمایش از سپتامبر ۱۸۰۸ میلادی دست‌کم دو هفته ادامه یافت و آنگاه بخشی از ریل زیر ماشین شکست، لوکوموتیو از خط خارج شد و کار تمام شد! تروتیک از این پروژه پولی درنیاورد، اما سرش را با پروژه‌های دیگر گرم کرد، از جمله تلاش برای حفر تونل زیر تِیمز، و برای همیشه از لوکوموتیو دست کشید. در ۲۲ آوریل ۱۸۳۳ میلادی در مهمان‌خانه‌ای در دارتفورد درگذشت، بی‌پول و بی‌آنکه خویشاوند یا دوستی بر بالینش باشد؛ همکارانش در ریخته‌گری هال، پول برای خاکسپاری‌اش جمع کردند و خودشان تابوت را بردند و دفن کردند. محل دفنش امروز گم شده است و کسی دقیق نمی‌داند او کجا به خاک سپرده شده است.

حالا بیایید بدانیم که چه شد این فن‌آوری از دل معدن بیرون آمد و به پرسش اصلی این قسمت برگردیم:

چرا این اختراع در معدن زاده شد و نه در شهر، بندر و یا حتی پادگان؟

پاسخ این پرسش در هم‌زمانی سه چیز است.

نخست، سوخت رایگان. موتوری که ۹۹٪ انرژی را هدر می‌داد، فقط جایی به صرفه است که سوختش هزینه‌ای نداشته باشد، و سر معدن زغال‌سنگ، دقیقاً چنین جایی بود.

دوم، مسئله‌ی حاد. معدن‌دار انتخاب دیگری نداشت. یا آب را بیرون می‌کشید یا می‌بایست معدن را ببندد. جایی که انتخاب دیگری وجود ندارد، آدم‌ها ماشین ناقص را هم می‌پذیرند و همان پذیرش، فرصت بهتر شدن و بهینه شدن موتور بخار را هم داد.

سوم، ریلِ از پیش موجود. معدن تنها جایی بود که مسیر آماده داشت و مخترع دیگری لازم نبود که هم‌زمان دو مسئله را با هم حل کند.

و البته ناگفته نماند که یک نکته‌ی چهارم هم هست، که کمتر گفته می‌شود، و آن این که در معدن، «**کندی مهم نبود**». هشت کیلومتر بر ساعت برای بردن مسافر بسیار مضحک است، اما برای کشیدن ده تن آهن که جایگزینش کاروان اسب و گاری است، کاملاً معقول و قابل پذیرش است. به همین دلیل بود که قطار، کُند متولد شد و در جایی هم متولد شد که کسی از آن سرعت نمی‌خواست، قطار باری بود و نه مسافری، صنعتی بود و نه شهری. بیش از بیست و پنج سال طول کشید تا کسی این معادله را وارونه کند و بپرسد:

اگر همین ماشین را سبک‌تر و ریل را مقاوم‌تر کنیم، چه؟

پرسش بالا و مسابقه‌ای که برای پاسخش برگزار شد، موضوع **قسمت دوم** است.

در قسمت دوم: رقابت رینهیل و مسابقه‌ای در سال ۱۸۲۹ میلادی که تصمیم گرفت که «آیا لوکوموتیو آینده دارد یا نه؟» و لوکوموتیوی به نام «راکت» که معماری قطار بخار را برای صد سال آینده‌اش تثبیت کرد.

منابع این شماره:

— متن نامه‌ی خودgracesguide.co.uk, جلد ۱، فصل ۹: **Grace's Guide** — *Life of Richard Trevithick* تروتیک به تاریخ ۲۲ فوریه‌ی ۱۸۰۴؛ منبع دست‌اول همه‌ی ارقام سفر پنی‌دارن.

Museum Wales / Amgueddfa Cymru — «Richard Trevithick's steam locomotive»: — شرطبندی ۵۰۰ گینی، شکستن پیچ در راه بازگشت، و تبدیل ماشین به موتورmuseum.wales/articles/1012 ثابت.

Encyclopaedia Britannica — «Thomas Newcomen»: britannica.com و «Newcomen steam engine»: britannica.com. — نصب ۱۷۱۲ نزدیک قلعه‌ی دادلی و اصول موتور جوّی.

Science Museum Group — «James Watt and the separate condenser»:

— کندانسور جداگانه و میزان صرفه‌جویی سوخت.blog.sciencemuseum.org.uk

— تاریخ تعمیر ماکتgla.ac.uk — پرونده‌ی ماکت موتور نیوکامنِ مجموعه‌ی هانتِرین: **University of Glasgow** (زمستان ۱۷۶۳–۶۴).

George Selgin & John L. Turner — «Strong Steam, Weak Patents»، *Journal of Law and Economics*، ۵۴(۴)، ۲۰۱۱: نسخه‌ی PDF — نقد روایت رایج درباره‌ی نقش بازدارنده‌ی حق ثبت وات.

The British Library — «Catch Me Who Can»: محل نمایش ۱۸۰۸، بلیت، مدت اجرا و دلیل توقف.bl.uk

Georgius Agricola, *De Re Metallica* (۱۵۵۶) — کهن‌ترین تصویرهای منتشرشده از واگن معدنی روی مسیر چوبی با میله‌ی راهنما.

Christian Wolmar, *Fire and Steam: A New History of the Railways in Britain* (Atlantic Books, ۲۰۰۷) — فصل نخست، درباره‌ی واگن‌راه‌ها و پیش‌زمینه‌ی صنعتی.

یادداشت نویسنده درباره‌ی نقاط اختلاف منابع:

طول مسیر پنی‌دارن: تروتیک خودش «بیش از نه مایل» نوشته؛ طول ثبت‌شده‌ی تراموای مرثیر ۹٫۷۵ مایل (۱۵٫۷ کیلومتر) است. عدد دقیق‌تر در حقیقت همین دومی است.

سرعت: «نزدیک به پنج مایل در ساعت» سرعتِ در حال کار است، نه متوسط سفر. با احتساب توقف‌ها، متوسط حدود ۲٫۴ مایل (۳٫۹ کیلومتر) بر ساعت می‌شود.

بلیت نمایش ۱۸۰۸ میلادی: منابع میان یک و دو شیلینگ اختلاف دارند؛ هر دو در مقاله آمده است.

حق ثبت وات: ادعای «عقب انداختن لوکوموتیو» در ادبیات پژوهشی مورد مناقشه است و در مقاله به‌صورت مناقشه نقل شده، نه واقعیت.

واگن‌راه وولاتون: «یکی از نخستین‌ها»، و نه لزوماً «اولین».