

صبح کاذب از دیدگاه دانشمند طوس و مقایسه این دیدگاه با دستاوردهای نجوم امروزی

حمیدرضا گیاهی یزدی

گروه تاریخ علم، بنیاد دایرةالمعارف اسلامی

مقدمه

یکی از انگیزه‌های توجه مسلمانان به پدیده‌های نجومی تعیین اوقات شرعی بوده است. برای مثال اذان صبح در هنگام آغاز بین‌الطلوعین نجومی (سپیده صبح) گفته می‌شود. در نجوم اسلامی، بین‌الطلوعین نجومی را «صبح صادق» می‌نامیدند. در این هنگام شدت پراکندگی نور خورشید در آسمان به اندازه‌ای است که چشم ناظر، روشنی ضعیفی را در نزدیکی افق مشرق تشخیص می‌دهد. رصدهای نجومی از گذشته تا به امروز نشان می‌دهند که آغاز یا پایان بین‌الطلوعین نجومی تقریباً مقارن زمانی است که خورشید به ارتفاع^۱ ۱۸- برسد. اگرچه برخی از منجمان مسلمان این مقدار حدی ارتفاع خورشید را از ۱۵- تا ۱۹- نیز دانسته‌اند^۲. پس از غروب نیز با رسیدن خورشید به ارتفاع منفی مذکور، روشنی ضعیف باقیمانده در افق مغرب ناپدید می‌شود.

پیش از آغاز صبح صادق یا سپیده صبح، پدیده دیگری به نام صبح کاذب [= دروغین] یا فجر کاذب یا صبح نخستین که شکل کشیده‌ای به صورت دم‌گرگ داشته

۱. برای منابع تاریخی رجوع شود به بیرونی، ص ۹۴۹ و ۹۵۰ و طوسی ص ۷۷؛ برای منابع امروزی رجوع شود به: می‌نل ص ۵۴؛ الیاس ص ۱۲۵ و ۱۲۶.

۲. حسن‌زاده آملی ص ۳۶۳؛ برخی از منجمان مسلمان هنگام آغاز صبح کاذب را رسیدن خورشید به ارتفاع ۱۹- دانسته‌اند (همان، مأخذ).

مطرح بوده که در نجوم دوره اسلامی در مباحث شفق و فلق مورد توجه قرار گرفته است.^۳ امروزه این پدیده را نور منطقه البروجی می‌نامند، که در زمانهای مشخصی از سال، در آسمان صبحگاهی پیش از آغاز بین‌الطلوعین نجومی و در آسمان شامگاهی پس از پایان بین‌الطلوعین نجومی رؤیت‌پذیر است (→ ادامه مقاله). از آنجا که رؤیت این هاله کم‌نور نشان‌دهنده سپیده واقعی صبح نیست، آن را صبح‌کاذب نامیده‌اند.^۴

اگرچه به لحاظ نظری رؤیت صبح‌کاذب در آسمان صبحگاهی و شامگاهی امکان‌پذیر است، اما در نجوم دوره اسلامی فقط به مشاهده آن در آسمان صبحگاهی (در افق مشرق) اشاره شده است. دو دلیل برای این موضوع مطرح است: نخست آنکه منجمان مسلمان برای پی بردن به زمان اذان صبح، پیش از صبح صادق این پدیده را نیز در آسمان صبحگاهی رصد می‌کردند و برای آنها شناخته شده بود. در حالی که معیار اذان مغرب با ناپدید شدن بین‌الطلوعین نجومی در آسمان شامگاهی ارتباطی ندارد؛ در نتیجه نور منطقه البروجی در آسمان شامگاهی (افق غربی) بررسی نشده است.^۵ دلیل دوم اینست که معمولاً شفافیت آسمان صبحگاهی بیشتر از آسمان شامگاهی است زیرا در طول شب، غبار و تلاطمهای جوی فروکش می‌کنند و شرایط رصدی آسمان صبحگاهی بهتر می‌شود در نتیجه، مشاهده نور منطقه البروجی در آسمان صبحگاهی به مراتب آسانتر از مشاهده آن در آسمان شامگاهی است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۳. برای مثال در بیرونی ص ۹۴۸-۹۵۰؛ ابن‌هیثم ص ۹۱ و ۹۲.

۴. الف) ردهاوس ۱۸۷۷ ص ۳۰۲-۳۱۲؛ ب) همو، ۱۸۸۰، ص ۳۱۳-۳۲۰.

۵. بیرونی ص ۹۴۹؛ پی‌نوشت ۲، ص ۲۵۷.

منشأ نجومی و توصیف رصدی نور منطقه البروجی

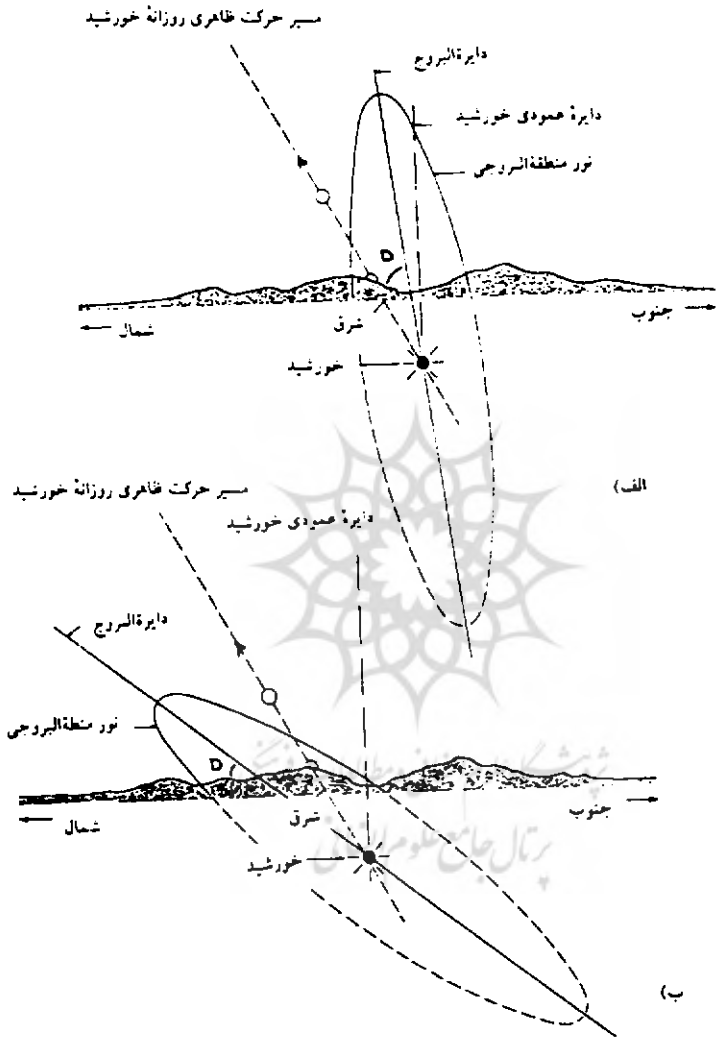
نور منطقه البروجی به صورت هاله کم نور به شکل سرنیزه در راستای دایرة البروج است که امتداد آن زیر افق خورشید را دربرمی گیرد (شکل - ۱) ^۶. در غرب نخستین بار، کپلر این پدیده را رصد کرد و آن را جو خورشید دانست. اما کاسینی (۱۶۲۵-۱۷۱۲) این پدیده را به دقت توصیف کرد و آن را «نور منطقه البروجی» نامید ^۷. امروزه می دانیم که ذرات جدا شده از «دنباله دارها» و ذرات غبار درون کمر بند سیارکها میان مدار دو سیاره مریخ و مشتری منشأ نور منطقه البروجی اند. دنباله دارها اجرام نسبتاً کوچکی از یخ و سنگ اند که در مدارهای بیضی کشیده ای به دور خورشید - که در یکی از کانونهای آن واقع است - می گردند. هنگامی که این اجرام به نزدیکی خورشید می رسند، به دلیل گرمای تابش خورشید، مقداری زیادی گاز و غبار از آنها جدا و در فضای منظومه شمسی پراکنده می شود. اندازه ذرات جدا شده غبار از حدود $\frac{1}{1000}$ تا $\frac{1}{10}$ میلی متر است و عمدتاً در صفحه مداری زمین (دایرة البروج) به دور خورشید می گردند. بازتاب نور خورشید از این ذرات، نور منطقه البروجی را ایجاد می کند ^۸.

از آنجا که تراکم ذرات در صفحه مداری زمین بیشتر است، نور منطقه البروجی در امتداد دایرة البروج کشیدگی دارد. نکته دیگر این است که در فضای منظومه شمسی با فاصله گرفتن از خورشید، تراکم ذرات کاهش می یابد در نتیجه نور منطقه البروجی در ساختاری سرنیزه مانند پدیدار می شود. بهترین محدوده زمانی برای مشاهده نور منطقه البروجی هنگامی است که زاویه دایرة البروج نسبت به افق (پیش از آغاز بین الطولین نجومی یا پس از پایان آن) بیشترین اندازه باشد. یعنی تمایل آن نسبت به خط قائم کم باشد. بر این اساس در نیمکره شمالی بهترین محدوده زمان مشاهده آن در آسمان صبحگاهی ماههای مهر و آبان و در آسمان شامگاهی، فروردین و اردیبهشت است (شکل - ۱). در شرایط مناسب در آسمان تاریک به دور از نور شهرها، نور منطقه البروجی از نزدیکی افق تا ارتفاع حدود 40° تا 60° مشاهده می شود. پهنای پای نور منطقه البروجی نیز به حدود 20° می رسد ^۹.

۶. پی نوشت ۴ الف ص ۳۰۵؛ البته نور منطقه البروجی دقیقاً در امتداد دایرة البروج نیست و $1/7$ با آن زاویه دارد، رجوع شود به: ادبرگ و لوی ص ۱۵۳.

۷. پی نوشت ۴ الف، ص ۳۰۴؛ ادبرگ و لوی ص ۱۵۱.

۹. جونز ص ۳۴ و ۳۵؛ پی نوشت ۸ ص ۱۵۴ و ۱۵۵.

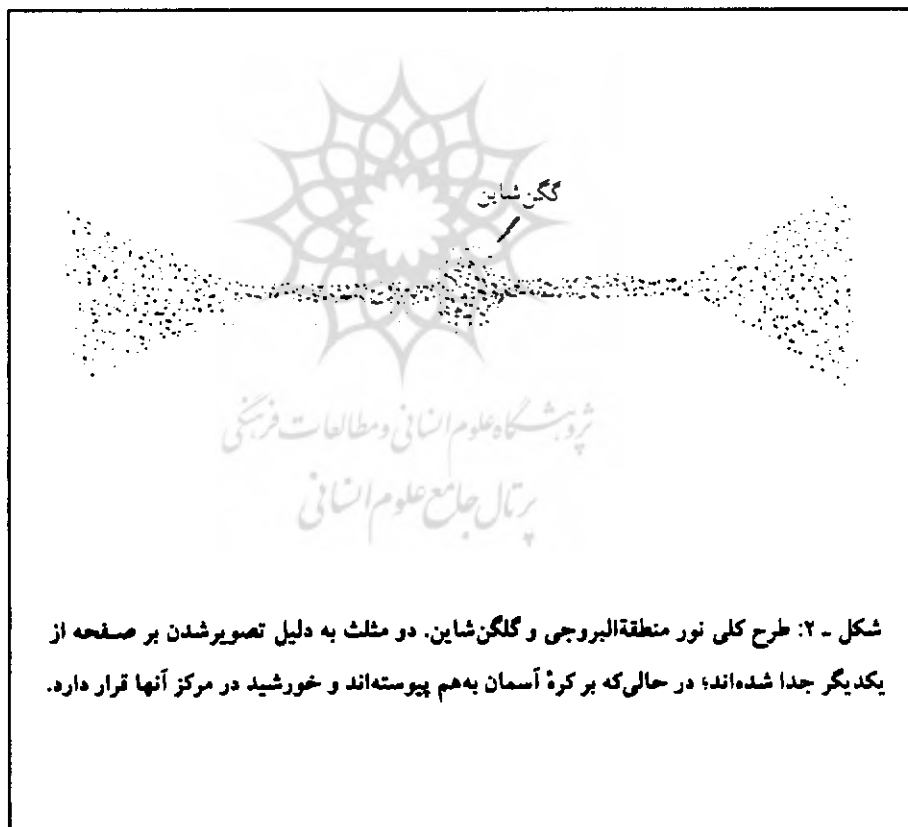


شکل - ۱: وضعیت نور منطقه البروجی در آسمان صبحگاهی پیش از آغاز بین‌الطوہین نجومی در

عرضهای میانی نیم‌کره شمالی

الف: اواخر آبان، ب: اواخر اردیبهشت

نور منطقه البروجی در ادامه به «نوار منطقه البروجی» می‌رسد که رشته نور بسیار کم نوری است. نوار منطقه البروجی از دو سو، مثلث کشیده نور منطقه البروجی را به لکه ابرمانند بسیار کم نوری به نام «گِگِن شاین» Gegenchein وصل می‌کند (شکل - ۲). این لکه ابرمانند با ابعادی حدود 15×10 روی دایره البروج در جهت مخالف خورشید است. رصد نوار منطقه البروجی و گگن شاین بسیار دشوار است و منشأ آنها هم بازتاب نورخورشید از ذرات ریز غبار در فضای منظومه شمسی است.^{۱۰}



متن «رساله در بیان صبح کاذب»

خواجه نصیر این رساله کوتاه را درباره توصیف پدیده صبح کاذب به فارسی نگاشته است. البته او در «رساله معینیه» (تألیف ۶۳۲ یا ۶۳۳ هـ) هم توضیحات مشابهی درباره علت پدیدار شدن صبح کاذب باختصار بیان کرده است.^{۱۱} براساس فهرستهای موجود چندین نسخه از «رساله در بیان صبح کاذب» به جا مانده است.^{۱۲} در زیر متن رساله براساس نسخه کتابخانه مجلس شورای اسلامی به شماره ۵/۵۱۸۰ (۱۰۶۹ هـ) آمده است. زیرا نسبت به رساله‌های دیگری که در دسترس مؤلف بودند، قدیمی‌تر و خواناتر است. برای مقابله از نسخه‌های شماره ۸/۳۹۲۷ کتابخانه مجلس (قرن ۱۱ هـ) (در زیرنویس به اختصار مج) و ۱۶/۲۹۱۱ کتابخانه شهید مطهری (سپهسالار سابق) (۱۰۹۲ هـ)، (در زیرنویس به اختصار مط) نیز استفاده شده است.^{۱۳} ضمناً برای سهولت مطالعه، متن اصلی نقطه‌گذاری و رسم‌الخط آن بدون تغییر مفاهیم اصل رساله، به صورت امروزی تبدیل شده است.



۱۱. طوسی ص ۷۶ و ۷۷.

۱۲. برای اطلاع از نسخه‌های خطی «رساله در بیان صبح کاذب» در کتابخانه‌های ایران، رجوع شود به: منزوی ص ۲۹۸۳.

۱۳. نسخه ۵/۵۱۸۰: افشار، دانش‌پژوه، منزوی، ج ۱۵، ص ۳۱۹؛ نسخه ۸/۳۹۲۷: حائری، ج ۱۹، ص ۴۵۲؛ نسخه ۱۶/۲۹۱۱: دانش‌پژوه، منزوی، ج ۵ ص ۱۶۵.

رساله در بیان صبح کاذب^۱

بسم الله الرحمن الرحيم

صبح کاذب نوری مستطیل است که در ناحیت مشرق [آسمان] به^۲ آخر شب ظاهر شود ممتد از نزدیکی کناره افق تا نزدیکی وسط السماء. و آن نور را قاعده نبود، بلکه هوایی که زیر او به افق نزدیکتر [است] تاریک^۳ باشد. و از این جهت او را به کذب نسبت کنند. و محتاج بیان در این باب بیان^۴ [علت] ظلمت هوای تحتانی است که مماس مطلع آفتاب در وقت استنارت هوای فوقانی [است]. و ذکر وجه^۵ استطالت [چنین است]: پس گوییم در علم ریاضی مبرهن است که جرم آفتاب از کره زمین بزرگتر است. و سایه زمین که سبب حدوث شب است بر صورت مخروطی [است] که قاعده او دایره بود. و [مخروط در] نقطه [قله] منقضى شود بر این صورت. و چندانکه آفتاب حرکت می‌کند؛ پس در نیمه شب، مخروط بر سطح افق قائم بود بر صورت گذشته و از همه جوانب ظلمات متراکم [شود] پس شعاع آفتاب را که از جوانب زمین مستعلی شده باشد^۶، احساس نتوان کرد. و بعد از آن به آخر شب مخروط به ناحیت مغرب گراید بدین صورت. و از سبب انحراف مخروط شعاع آفتاب در موضع مذکور ظاهر گردد؛ چه آن موضع از وسط السماء و از افق به مقام ناظر نزدیکتر باشد؛ پس از جهت قلت مسافت، ظلمت رقیقتر بود؛ [پس روشنی] محسوس شود. و در هوای فوقانی و تحتانی محسوس نشود. بیان آنکه آن موضع در نظر ناظر نزدیکتر است، آن است که خطی^۷ مستقیم که در^۸ موضع ناظر بر سمت شرق مماس سطح زمین فرض کنیم و آن خط اب^۹ است. و خطی دیگر قائم بر او جهت وسط السماء فرض کنیم و آن خط ام است. پس لامحاله این دو خط به کنار^{۱۰} مخروط رسند بر دو نقطه ی [و] ه و مثلث ای^{۱۱} مثلث قائم الزاویه بود. بعد از آن بر نقطه آ عمود از فرض کنیم گوییم عمود از از خط ای و از خط آ ه [کم] تر^{۱۱} است.

برهانش [این است]: خط از و تر زاویه اه^{۱۲} است. و خط آ ه و تر زاویه از^{۱۳} و زاویه آ ه ز

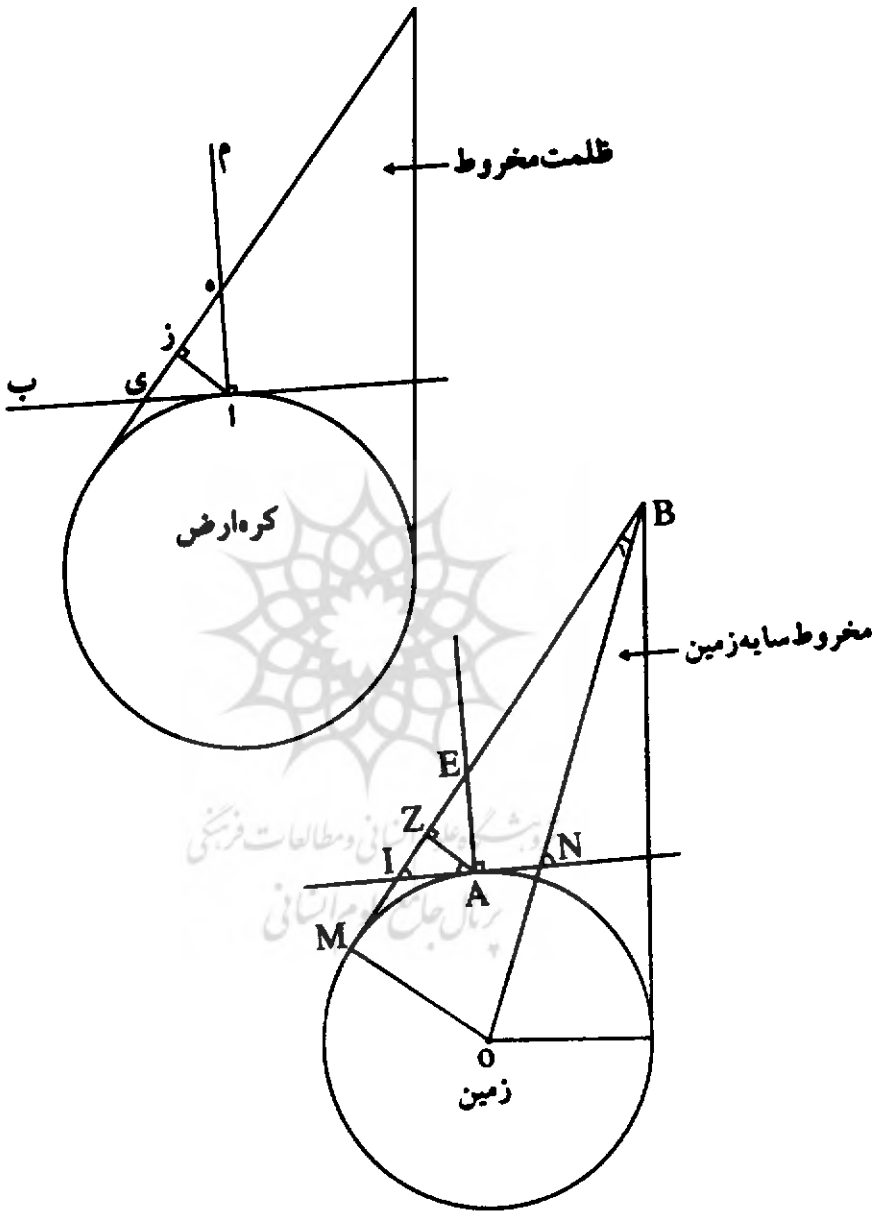
۱. مج: این رساله‌ای است که سلطان المحققین نصیرالله والدین محمد الطوسی در بیان صبح کاذب انشاء فرموده‌اند
 ۲. مج به جای «به»: در ۳. مط: تاریکتر
 ۳. مط: «ووجه» محذوف است
 ۴. مط: به جای «باشد»: بود
 ۵. مج و مط: به جای «در»: از
 ۶. مط: «است» محذوف است
 ۷. مط: به اشتباه: برتر؛ در نسخه پایه و مج [کم] محذوف است.
 ۸. مط: «بیان» محذوف است
 ۹. مط: خط
 ۱۰. مج: کناره
 ۱۱. مط: به اشتباه: پایه و مج [کم] محذوف است.

خردتر از زاویه اژه است که قائمه است. و در اصول اقلیدس مبرهن شده است که وتر زاویه خردتر کمتر از وتر زاویه بزرگتر است؛ پس خط آژ کمتر از خط آه بود. و بدین بیان خط آژ کمتر از خط ای بود؛ پس از هر سه نزدیکتر به موضعی^{۱۲} ناظر موضع نقطه زی بود. و بدین سبب تراکم^{۱۳} ظلمت کمتر بود. پس اول شعاع در هوایی که در میان وسطالسماء و افق شرقی بود ظاهر شود و وسطالسماء و افق مغربی هنوز ظلمانی بود و صورت برهان این است. پس معلوم شود،^{۱۴} که از چه علت صبح کاذب بر این وجه ظاهر می شود و سبب استطالت نیز از آن جا معلوم شد^{۱۵}، چه در عرض تراکم ظلمت زیادت شود والله اعلم بالصواب.

تفسیر و تحلیل مطالب رساله

خواجه نصیر در ابتدای رساله، صبح کاذب را به صورت مستطیل (کشیده) توصیف می کند و پدیدار شدن آن را در آخر شب در افق مشرق از نزدیکی افق مشرق تا وسطالسماء (بالای سر) می داند. سپس وی به نکته جالب توجهی اشاره می کند و آن تاریک بودن بخش زیرین (بدون قاعده بودن) صبح کاذب در نزدیکی افق است و می گوید به همین جهت به آن نسبت کذب [= دروغین] داده اند. او دلیل این موضوع را ظلمت هوای تحتانی می داند. امروزه می دانیم که نور اجرام آسمانی در نزدیکی افق از ضخامت بیشتری از جو عبور می کند، به همین دلیل کم نورتر به نظر می رسند (مانند وضعیت خورشید و ماه در هنگام طلوع یا غروب) یا اصلاً دیده نمی شوند. بخش زیرین صبح کاذب نیز در نزدیکی افق به دلیل عبور از مسیر طولانی تر در جو دیده نمی شود. پس از این، وی به شکل کروی زمین و سایه مخروطی آن در فضا اشاره می کند و می گوید تا علت صبح کاذب را به روش هندسی بیان کند. خواجه نصیر منشأ صبح کاذب را مشاهده نور خورشید در خارج از مخروط فضایی سایه زمین در آسمان صبحگاهی می داند. براساس نظر او (مطابق شکل - ۳) برای ناظر در نقطه A، پس از نیمه شب، مخروط فضایی سایه زمین به سوی مغرب جابه جا می شود و در نتیجه لبه مخروط سایه به افق شرقی ناظر نزدیک می شود و بدین ترتیب پیش از صبح صادق، صبح کاذب پدیدار می شود پیش از خواجه نصیر، منجمانی همچون ابن هیثم و بیرونی نیز علت پدیده صبح کاذب را با استفاده از حرکت مخروط سایه، مشابه خواجه نصیر توضیح داده اند، البته

۱۲. مط: موضع ۱۳. مط به جای «تراکم»: که ۱۴. مط: می شود ۱۵. مج: شود



شکل ۳

توضیح هندسی خواجه نصیر در «رساله در بیان صبح کاذب» از آنها دقیقتر است. البته منجمان قدیم حرکت مخروط سایه را به دلیل حرکت خورشید به دور زمین می‌دانستند. اما امروزه می‌دانیم که این به دلیل حرکت وضعی زمین است. در ادامه او با استفاده از تحلیل هندسی زیر توضیح می‌دهد که چرا ابتدا صبح کاذب در مکان میان افق و سمت‌الرأس پدیدار می‌شود و چرا در این بخش درخشانتر از دیگر بخشهاست:

از موقعیت ناظر در A خطی به سوی افق و خطی به سوی سمت‌الرأس رسم می‌کنیم. این دو خط به ترتیب در نقاط I و E با مخروط سایه تماس می‌یابند. سپس از A عمود AZ را بر مولد مخروط رسم می‌کنیم. بدین ترتیب دو مثلث قائم‌الزاویه AZE و AZI تشکیل می‌شوند. در مثلث AZE، $AE > AZ$ ، چون AE وتر است، و در مثلث AZI، $AI > AZ$ چون AI وتر است. اشاره‌ی وی به اصول اقلیدس به قضیه‌ای در مقاله اول آن برمی‌گردد که به این موضوع ارتباط دارد.^{۱۶} سپس خواجه نصیر چنین نتیجه‌گیری می‌کند که نسبت به ناظر، AZ از AE و AI کوچکتر و فاصله چشم ناظر تا لبه مخروط سایه زمین در این راستا کمتر است، در نتیجه این بخش از صبح کاذب زودتر پدیدار می‌شود و نسبت به افق و سمت‌الرأس درخشانتر است. در پایان، او دلیل شکل کشیده صبح کاذب را این می‌داند که در درون مخروط سایه با حرکت در سطح افق، فاصله ناظر تا لبه مخروط به نسبت حرکت در جهت ارتفاع افزایش بیشتری می‌یابد؛ به این جهت روشنی آن در طول بیشتر از عرض است و صبح کاذب کشیده دیده می‌شود.

امروزه می‌دانیم که توضیح خواجه نصیر برای بیان منشأ صبح کاذب صحیح نیست؛ اما نکته جالب توجه این است که در نجوم دوره اسلامی، فخر رازی در تفسیر کبیر، استدلال ابن هیثم را که (بیشتر از خواجه نصیر) کوشش کرده بود علت صبح کاذب را با استفاده از مخروط سایه توضیح دهد با چهار دلیل رد کرده و صبح کاذب را ناشی از نور قرص خورشید در جو ندانسته است. وی آن را نتیجه آفرینش خداوند می‌داند.^{۱۷} چنان‌که در زیر می‌آید، برای منجمان دوره اسلامی ممکن بوده است که با انجام رصدهایی این نظر را که منشأ صبح کاذب مشاهده نور قرص خورشید در هوای خارج از مخروط سایه است رد کنند.

اکنون برخی ناهمخوانی‌های مهم رصدی میان روش هندسی خواجه‌نصیر و داده‌های رصدی امروزی از نور منطقه البروجی را بررسی می‌کنیم:

نخستین مسئله بررسی تحلیلی این موضوع است که در مدل هندسی خواجه‌نصیر، نقطه Z چه ارتفاعی از افق ناظر دارد و این ارتفاع تا چه حد با داده‌های رصدی امروزی همخوانی دارد. برای این منظور باید زاویه A را در شکل - ۳ به دست آوریم. در مثلث AZI، $Z = 90^\circ$ و زوایای I و A مجهول‌اند.

$$\text{در مثلث NBI: } \angle N = \angle B_1 + \angle I \quad (1) \text{ (زاویه خارجی)}$$

زاویه N برابر زاویه تابش خورشید نسبت به افق ناظر است. پیش از طلوع خورشید، از دید ناظر این زاویه منفی است. خواجه‌نصیر در رساله‌اش به زمان دقیق پدیدار شدن صبح کاذب اشاره‌ای نکرده است و به‌طور کلی پدیدار شدن آن را آخر شب دانسته است. براین اساس اگر ما آخر شب را زمان آغاز بین‌الطلوعین نجومی در نظر بگیریم: $A \cong 180^\circ$ می‌شود. محاسبه را با 180° ادامه می‌دهیم. از طرف دیگر زاویه B_1 در رأس مخروط سایه زمین از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$2) \sin B_1 = \frac{OM}{OB} = \frac{6378}{15000000} \rightarrow B_1 \cong 0.24^\circ$$

در این رابطه OM، شعاع زمین و OB فاصله تقریبی رأس مخروط سایه تا مرکز زمین برحسب کیلومتر است.

آشکارا مقدار B_1 کوچک است و می‌توان از آن در رابطه - ۱ صرف نظر کرد پس:

$$\angle N \cong \angle I$$

در نتیجه در مثلث AZI:

$$3) A = 180^\circ - Z - I$$

$$A = 180^\circ - 90^\circ - 18^\circ = 72^\circ$$

پس هنگامی که خورشید ارتفاع 18° دارد، ارتفاع نقطه Z، 72° است. امروزه می‌دانیم که نور منطقه البروجی نخست در نزدیکی افق پدیدار می‌شود. و در ارتفاع مذکور اصلاً - قابل مشاهده - نیست. طبیعتاً این موضوع با انجام رصدهایی برای منجمان مسلمان در آن زمان نیز آشکار می‌شد؛ پس مدل هندسی خواجه‌نصیر با رصدها تطبیق ندارد. مسئله دیگر این است که همان‌طور که قبلاً گفتیم پدیده صبح کاذب یا نور منطقه البروجی در دو سوی خورشید (آسمان صبحگاهی و شامگاهی) جهت‌گیری مشخصی در طول دایره البروج دارد. در نتیجه در زمانهای مختلف سال با تغییر زاویه دایره البروج نسبت به

افق، زاویه نور منطقه البروجی نیز نسبت به افق تغییر می‌کند و وضعیت رصدی آن هم تغییرات زیادی دارد.

زاویه دایره البروج نسبت به افق (D) از رابطه زیر محاسبه می‌شود:^{۱۸}

$$\cos D = \cos \varepsilon \sin \varphi - \sin \varepsilon \cos \varphi \sin \theta$$

در این رابطه، ε زاویه تمایل محور زمین است که تقریباً $23/5^\circ$ فرض می‌شود، φ اندازه عرض جغرافیایی ناظر است که برای مراغه داریم ($\varphi = +37/4^\circ$) و θ زمان نجومی محلی (یعنی بُعدی که از نصف‌النهار ناظر در زمان مورد نظر می‌گذرد) برحسب درجه است. برای پی بردن به گستره تغییرات سالانه D برای عرض جغرافیایی مذکور باید از تابع فوق نسبت به θ مشتق‌گیری کرد:

$$\frac{dy}{d\theta} = -\sin \varepsilon \cos \varphi \cos \theta = -0/316 \cos \theta$$

سپس مشتق را برابر صفر قرار می‌دهیم و معادله به دست آمده را حل می‌کنیم:

۱۸. از چهار دلیلی که فخررازی مطرح کرده است بخشهایی از دو دلیل آن به عوامل نجومی و طبیعی و دو دلیل به موضوعات فلسفی ارتباط دارد. دلیل اول فخررازی بر رد نظر ابن‌هیثم این است که اگر صبح کاذب [مانند صبح صادق] نتیجه تأثیر قرص خورشید باشد باید به صورت نوری پراکنده در افق (نه به صورت خطی کشیده و در نزدیکی افق، تاریک) پدیدار شود. در بخش اول از دلیل دوم می‌گوید از آنجا که هنگام پدیدار شدن صبح کاذب خورشید زیر افق ناظر است و «جسم» خورشید روبروی هیچ بخشی از زمین قرار ندارد، امکان ندارد نور آن به سطح زمین برسد. وی این نظر ابن‌هیثم را رد می‌کند که وقتی خورشید زیر افق است هوای روبروی خود (در زیر افق ناظر) را روشن می‌کند؛ بنابراین روشنی این هوا سبب روشنی هوای بالای سطح افق ناظر می‌شود. فخررازی عقیده دارد که هوا جسمی است شفاف و بی‌رنگ و هرچه از این جنس باشد به مقتضای ذات و جوهر خود پذیرای نور و رنگ نیست. سپس ادامه می‌دهد ممکن است بعضی بگویند در افق ذرات کدری از جنس دود و بخار وجود دارند و این اجزاء از خورشید نور می‌گیرند و باعث پیدایش نور در هوای روبروی می‌شوند. فخررازی این نظر را نیز رد می‌کند زیرا اگر سبب این باشد هرچه دود و بخار در افق بیشتر باشد باید روشنی صبح کاذب هم قوی‌تر باشد، در حالی که چنین نیست بلکه قضیه عکس است. در بخش دوم از دلیل دوم، وی دوباره به این موضوع می‌پردازد که هوا نور را در خود نگه نمی‌دارد، زیرا اگر این طور باشد پس از نیمه‌شب هوای رُبع شرقی [آسمان] نورانی می‌شود در حالی که این طور نیست.

در استدلال‌های مطرح شده استدلال اول آن جنبه رصدی - نجومی دقیقی دارد و امروزه هم پذیرفتنی است در بخش اول از استدلال دوم، نظر وی درباره عدم پراکندگی نور در جو، درست نیست اما توجه فخررازی به این نکته که منشا تابش صبح کاذب پراکندگی نور توسط ذرات دود و بخار در جو زمین نیست، پذیرفتنی و جالب توجه است. برای اطلاع از جزئیات دلایل رجوع شود به: فخررازی ص ۷۷-۸۰. برای اطلاع از توضیح فلسفی بخش اول از دلیل دوم فخررازی و نظرات ابن‌هیثم رجوع شود به: معصومی همدانی ص ۶۵۲-۶۶۰. ۱۹. رابطه ریاضی از میوس ص ۹۲.

$$5) \quad -0/316 \cos \theta = 0 \rightarrow \theta = 90^\circ \text{ و } \theta = 270^\circ$$

سپس دو مقدار به دست آمده θ را در معادله ۴ قرار می دهیم:

$$\cos D = 0/557 - 0/316 \sin 90^\circ = 0/24 \rightarrow D = 76/1^\circ$$

$$\cos D = 0/557 - 0/316 \sin 270^\circ = 0/873 \rightarrow D = 29/2^\circ$$

پس مشخص می شود که در عرض جغرافیایی $37/4^\circ +$ ، داریم: $29/2^\circ \leq D \leq 76/1^\circ$.
 برای عرض جغرافیایی مذکور در اواخر آبان و اوایل آذر حدود یک ساعت پیش از آغاز بین الطولوعین نجومی، D بیشترین زاویه را با افق دارد در نتیجه در آسمان صبحگاهی بهترین شرایط برای رصد نور منطقه البروجی فراهم است. اما در اواخر اردیبهشت و اوایل خرداد در ساعت یاد شده، D کمترین زاویه را دارد، در نتیجه رصد آن بسیار دشوار و حتی غیرممکن است زیرا نورانیترین بخش نور منطقه البروجی در نزدیکی افق قرار می گیرد. این تغییرات با چشم غیر مسلح قابل پیگیری است (شکل - ۱). در صورتی که تبیین هندسی خواجه نصیر، بیانگر علت تغییر راستای نور منطقه البروجی در فصلهای مختلف نیست و زاویه مخروط سایه زمین نسبت به افق همواره در تمام فصلها قائمه است و در نتیجه نور منطقه البروجی هم باید همواره قائم دیده شود و فقط سمت پای مخروط به دلیل تغییر میل خورشید جابه جا می شود. مشخص است که این با رصدها همخوانی ندارد.^{۲۰}

نتیجه گیری

این که خواجه نصیر منشأ صبح کاذب را مشاهده نور خورشید در خارج از سایه مخروطی زمین دانسته عجیب است. زیرا با انجام رصدهای دقیقی در این زمینه پی بردن به نادرستی این فرضیه مقدور بود. انجام چنین رصدهایی با چشم غیر مسلح و زاویه سنجهای ساده ای که منجمان مسلمان داشته اند ممکن بوده است. در پایان باید تأکید کرد که حتی با وجود نادرست بودن نظر خواجه نصیر، «رساله در بیان صبح کاذب» کوششی چشمگیر در جهت توجیه علت به وجود آمدن نور منطقه البروجی در نجوم

۲۰. از آنجا که بیشتر رصدهای خواجه نصیر در رصدخانه مراغه در شهر مراغه امروزی انجام شده است ما محاسبه را برای عرض جغرافیایی مراغه انجام داده ایم، البته در عرضهای جغرافیایی نزدیک به مراغه با چندین درجه اختلاف نیز نتیجه محاسبات تغییر زیادی ندارد. با استفاده از رابطه ۴ - به آسانی می توان این موضوع را بررسی کرد.

دوره اسلامی به حساب می آید و در تاریخ رصد این پدیده بسیار اهمیت دارد.

قدردانی

از آقایان مهندس محمد باقری و دکتر جعفر آقایانی چاوشی که با راهنمایی های ارزنده، مقاله حاضر را ارتقاء بخشیدند، سپاسگزارم.

کتابشناسی:

- ۱- ایرج افشار، محمدتقی دانش پژوه، علینقی منزوی، فهرست کتابخانه مجلس شورای ملی، ج ۱۵، تهران ۱۳۴۷
- ۲- محمد الیاس، ستاره شناسی زمانهای اسلامی برای قرن بیست و یکم، ترجمه تقی عدالتی، مشهد ۱۳۷۷.
- ۳- ابوریحان بیرونی محمدبن احمد، کتاب القانون المسعودی، ج ۲، حیدرآباد دکن، ۱۳۷۵-۱۳۷۷ / ۱۹۵۴-۱۹۵۶.
- ۴- عبدالحسین حائری، فهرست کتابخانه مجلس شورای ملی، ج ۱۹، تهران ۱۳۵۰.
- ۵- حسن حسن زاده آملی، دروس معرفة الوقت و القبلة، قم ۱۳۶۴.
- ۶- نصیرالدین طوسی، الرسالة المعیّنه، با دیباچه ای از محمدتقی دانش پژوه، تهران ۱۳۳۵.
- ۷- محمدبن عمر فخررازی، التفسیر الکبیر او مفاتیح الغیب، المجلد السابع (۱۳-۱۴)، بیروت ۱۴۲۱ هـ ق / ۲۰۰۰ م.
- ۸- حسین معصومی همدانی، «فخررازی و ابن هیثم»، خرد جاودان، جشن نامه استاد سیدجلال الدین آشتیانی، به کوشش علی اصغر محمدخانی، حسن سیدعرب، تهران ۱۳۷۷.
- ۹- احمد منزوی، فهرستواره کتابهای فارسی، ج ۴، تهران ۱۳۷۸.
- ۱۰- آدن می نل، مارجوری می نل، غروب خورشید، شفق و فلک و آسمان شامگاهی، ترجمه علی درویش، مشهد ۱۳۶۹.
- ۱۱- الحسن بن الهیثم، کتاب المناظر، عبدالحمید صبره، کویت ۱۹۸۲.
12. Stephen J. Edberg, David H. Levy, *Observing comets, asteroids, meteors, and the zodiacal light*, Cambridge 1994.
13. Thomas L. Heath, *The thirteen book of Euclid's elements*, vol. 1, New York 1956.
14. Brian Jones, *An introduction to practical astronomy*, London 1991.
15. Jean Meeus, *Astronomical algorithms*, Richmond 1991.

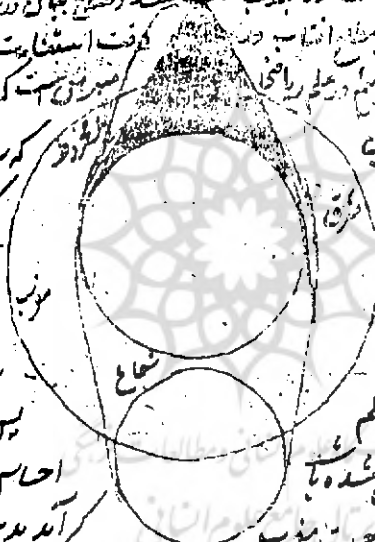
16. James William Redhouse:⁽¹⁾ "On the natural phenomenon known in the east by the names Sub-hi-Kazib, etc.", *The Journal of the Royal Asiatic Society* (London) N.S.10. 1877.pp. 344-354 ⁽²⁾ "Identification of the false Dawn of the Muslims with the zodiacal light of Europeans.", *The Journal of the Royal Asiatic Society* (London), N.S.12. 1880.pp. 327-334. Collected and reprinted by Fuat Sezgin in *Islamic mathematics and astronomy*, vol. 70, *Celestial phenomena and observations in Islamic sources I*, Fankfurt, 1998, pp. 302-312 & 313-320.



این رساله ایست که سلطان مستطین نصیرالدین طوسی در بیان کذب
کاذب انشا فرموده اند

بسم الله الرحمن الرحیم

صبح کاذب نور مستطین است که در ناحیه مشرق در افق است و در وقت طلوع
کناره افق تا نزدیکی وسط النهار و آن نور قاعده بنویسد بجز هوای که در آن
تاویک باشد و ازین جهت او را کاذب نسبت کنند و قاعده بیان درین باب بیان ظلمت هوای
تخت است که در مساحت انشای در وقت استنشاق هوای فوقانی در ذکر وجه
استطالت پس گوئیم در علم ریاضی



بزرگتر است و سایر زمین
بزرگتر است و خرد علی
و نقطه منقضی شود
انساب و رنگ میزند
بر سطح افق قائم بود
جوانب ظلمات متراکم
جوانب زمین مستطیل شده است
با فوئب محزوظ بناحیه مغرب

انحراف خصوصاً شعاع انساب در موضع مذکور ظاهر کرده چنانکه از موضع
النهار و از افق بیام تا نزدیکی باشد پس از جهت آن مسافت ظلمت درین
تیره بود محسوس شود و در هوا فوقانی در تحتانی محسوس نشود ببال آنکه از موضع