

محاسبه کامپیوتری انتشار موج آسمانی در باندهای LF و MF

دکتر محمدرضا دوشابچی زاده – دکتر عبدالحمید راجی

مهندس گلعلی مهر پویان

دانشکده صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران

چکیده

تعداد فراوان فرستنده‌های رادیویی در باندهای LF و MF موجود در دنیا از یکسو و پارامترهای متنوع و پیچیده مورد نیاز جهت محاسبه شدت میدان حاصل از این فرستنده‌ها که به منظور تجزیه و تحلیل مسائل مختلف از قبیل ارزیابی میزان تداخل فرستنده‌های هم فرکانس نیاز می‌باشد از کامپیوتر کمک گرفته میشود. در این مقاله ضمن ارائه اصول محاسبات شدت میدان امواج آسمانی در باندهای LF و MF برنامه کامپیوتری که بتواند این شدت میدان را در باندهای مزبور محاسبه کرده و جواب‌ها را بصورت خواسته شده تنظیم نماید معرفی شده است. با استفاده از این برنامه نوشته شده، بعنوان نمونه شدت میدان حاصل از فرستنده‌های موجود در سه فرکانس ابتدا، وسط و انتهایی باندهای LF و MF (به ترتیب 363 KHz شامل 8 ایستگاه، 1026 KHz شامل 104 ایستگاه و 1557 KHz شامل 67 ایستگاه) در شهر ساوه ایران و ضمن معرفی نتایج حاصله، این نتایج با برخی منابع دیگر مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

Computer Calculation of Sky Waves Propagation in MF & LF Bands

Doushabchizadeh , M.R. , Ph.D.

Radji , A.H. , Ph.D.

Mehrpooyan , G. M.Sc.

I.R.I.B.'s Faculty

Abstract :

Since the number of the radio - transmitters in the MF & LF bands are too many , we find that it must use the computer for calculation of field - Strength because of these transmitters.

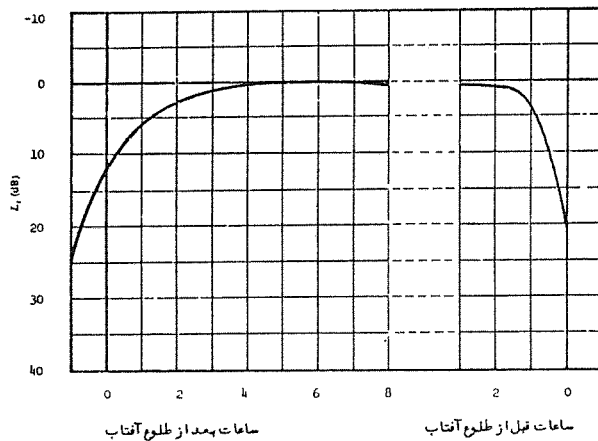
This paper deals with the Principal theoretical - field - strength relationships of sky - waves propagation , in MF & LF bands. It has also provided the computer program that will be able to calculate the field - strength . By this written program, as a sample, the field - strength of existing transmitters in three different frequencies , which are as follows :

beginning frequency (263 KHz include 8 stations), middle frequency (1026 KHz include 104 stations), and in the end (1557 KHz include 67 stations) of the MF & LF bands , which have been calculated in Saveh (IRAN) .

Finally the results are presented and compared with some other references.

۱- کلیات

میشود. زمان مبنای T_0 عبارت است از شش ساعت بعد از غروب آفتاب در وسط مسیر یا نقطه K میباشد. K برای فواصل کمتر از $2000 Km$ نقطه وسط مسیر بوده و برای فواصل بیشتر از $2000 Km$ نقطه‌ای به فاصله $750 Km$ از ترمینالی (فرستنده یا گیرنده) است که دیرتر غروب می‌کند، میباشد. برای تعیین شدت میدان در زمانهایی غیر از زمان T_0 میتوان از منحنی داده شده در شکل ۱ استفاده نمود. در ذیل سایر پارامترهای رابطه ۱ مورد بررسی قرار گرفته‌اند.



شکل ۱: منحنی تغییرات ضریب تضعیف در ساعات شب (L_p) .

نیاز به افزایش سطح پوشش رادیویی، اکثر کشورها را وامی‌دارد که نه تنها به تعداد بلکه به قدرت فرستنده‌های خود در موج‌های کوتاه، متوسط و بلند بپردازند. با توجه به محدود بودن کانالها در این باندها مسئله تداخل بین فرستنده‌ها پیچیده‌تر خواهد شد. برای ارزیابی میزان تداخل باید شدت میدان حاصل از تمام فرستنده‌های تداخل‌کننده با شدت میدان حاصل از فرستنده مورد نظر در محل مورد درخواست مقایسه قرار گیرد. با توجه به تعداد بسیار زیاد فرستنده‌های رادیویی استفاده از کامپیوتر برای تجزیه و تحلیل محاسبات ضروری میباشد و بدون استفاده از کامپیوتر اینگونه محاسبات کاری بی‌اندازه دشوار و شاید غیر عملی باشد. در این مقاله به نحوه بررسی این نوع مسائل با استفاده از کامپیوتر پرداخته شده است. به کمک این محاسبات می‌توان کلیه مسائلی که دو یا چند فرستنده هم کانال خواهند داشت به راحتی حل نمود.

برای دریافت سیگنال فرستنده‌های رادیویی و کاهش مقدار تداخل فرستنده‌های هم فرکانس اطلاعاتی از قبیل:

- جهت ایستگاه فرستنده مورد نظر
- مقدار متوسط شدت میدان حاصل از این فرستنده در محل مورد درخواست
- بهترین ساعت پخش این ایستگاه برای داشتن حداکثر شدت میدان و در نتیجه حداقل تداخل لازم میباشد.

در این مقاله محاسبه و تجزیه و تحلیل این نوع اطلاعات معرفی شده است.

۲- اصول محاسبات و فرمولها

۱- مقدمه

تاکنون روشهای مختلفی برای محاسبه موج آسمانی در باندهای LF و MF پیشنهاد شده است و اکثر این روشها در نشریات مربوط به ITU بیان شده‌اند. اختلاف نتایج حاصل از این روشها از چند dB تجاوز نمی‌کند. در این مقاله از روابط مربوط به ناحیه ۱ استفاده شده است. البته برنامه کامپیوتری طوری است که می‌توان به آسانی به روشهای دیگر تغییر داده شود. جهت پیش‌بینی شدت میدان حاصل از فرستنده مورد نظر داشتن عواملی نظیر قدرت، نوع آنتن و موقعیت جغرافیایی فرستنده مزبور و همچنین مشخصات محل گیرنده و ... ضروری میباشد.

۲- شدت میدان متوسط سالانه در شب

شدت میدان متوسط سالانه پیش‌بینی شده در شب طبق رابطه ۱ داده شده است.

$$F_0 = V + G_s - L_p + BFS - La \quad (1)$$

طبق این رابطه F_0 معرف شدت میدان متوسط سالانه در زمان مبنای T_0 بوده و بر حسب dB نسبت به $1 \mu V/m$ محاسبه

۳- قدرت موثر فرستنده، V

این قدرت موثر بر حسب dB و در جهت انتشار موج طبق رابطه ۲ داده شده است.

$$V = P' + G \quad (2)$$

در این رابطه:

- P' قدرت فرستنده بر حسب $dB(kw)$ که به خط انتقال آنتن داده میشود، میباشد. در اینجا تلفات آنتن و خط انتقال ناچیز فرض شده است.

- G گین آنتن نسبت به یک آنتن کوتاه عمودی بر حسب dB و در جهت مسیر انتشار موج میباشد.

۴- گین دریا، G_s

در صورتیکه یک یا هر دوی ترمینالها نزدیک دریا باشد شدت میدان دریافتی بیشتر از حالت عادی خواهد بود، این تفاوت شدت میدان به گین دریا موسوم بوده و مقدار گین بر حسب dB توسط رابطه ۳ داده شده است.

$$G_s = G_0 - 10^{-3} Qsf/G_0 \quad (3)$$

در رابطه ۳، Q و f به ترتیب فاکتور اضافه گین، فاصله ترمینال از دریا و فرکانس پخش فرستنده میباشند. مقدار Q در باند LF برابر 0.44 و در باند MF برابر $1/75$ داده شده است. در صورتیکه هر دو ترمینال در کنار دریا واقع باشند، اضافه گین دریا جمع اضافه گین های G_s^1 (مربوط به ترمینال ۱) و G_s^2 (مربوط به ترمینال ۲) خواهد بود.

۵- تلفات اضافی مربوط به عدم تطبیق پلاریزاسیون، L_p مقدار این تلفات در باند LF ، برابر صفر بوده و در باند MF از رابطه ۴ بدست می آید.

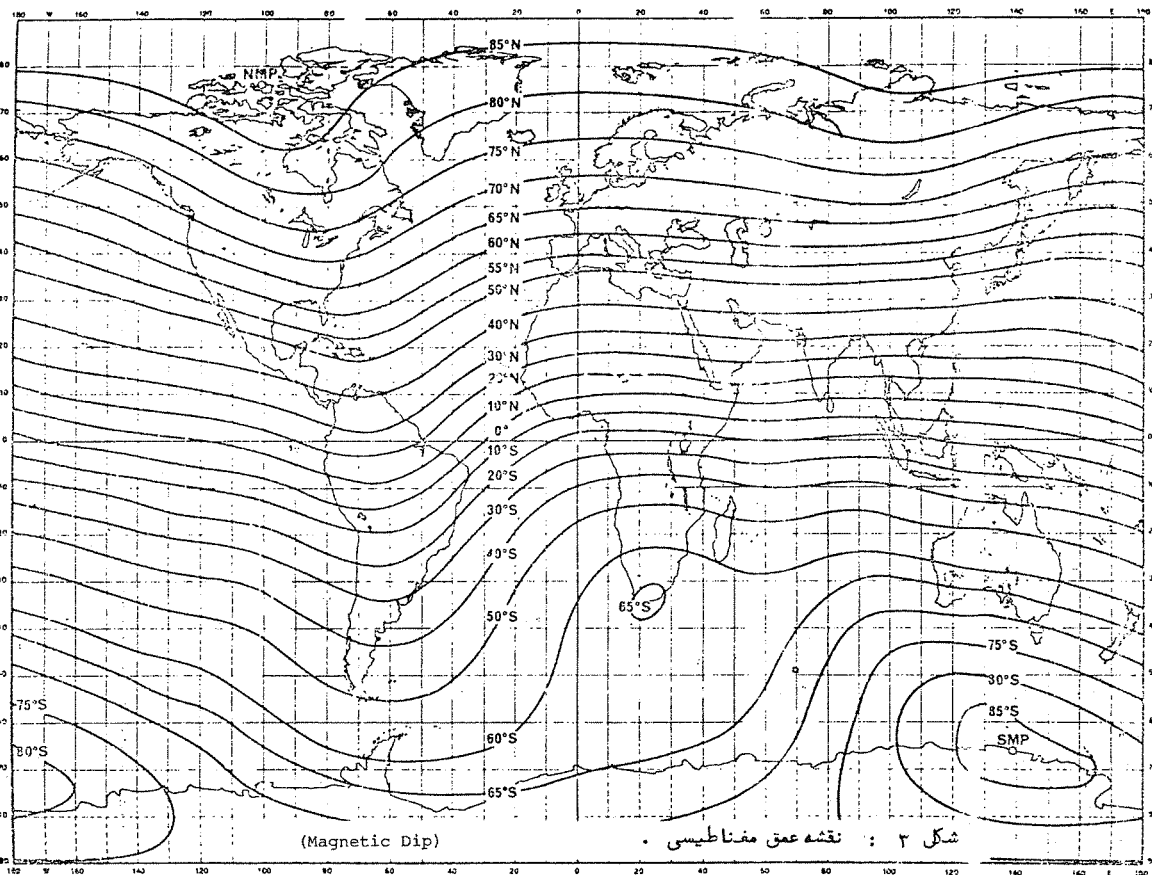
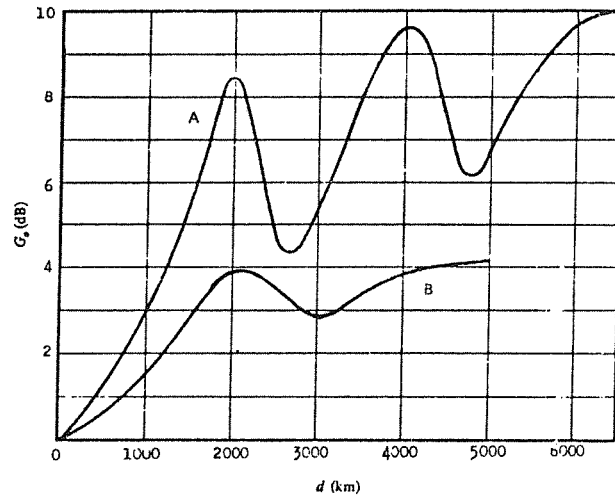
$$L_p = 180 \cdot (36 + \theta^2 + I^2)^{-1/2} - 2 \quad (4)$$

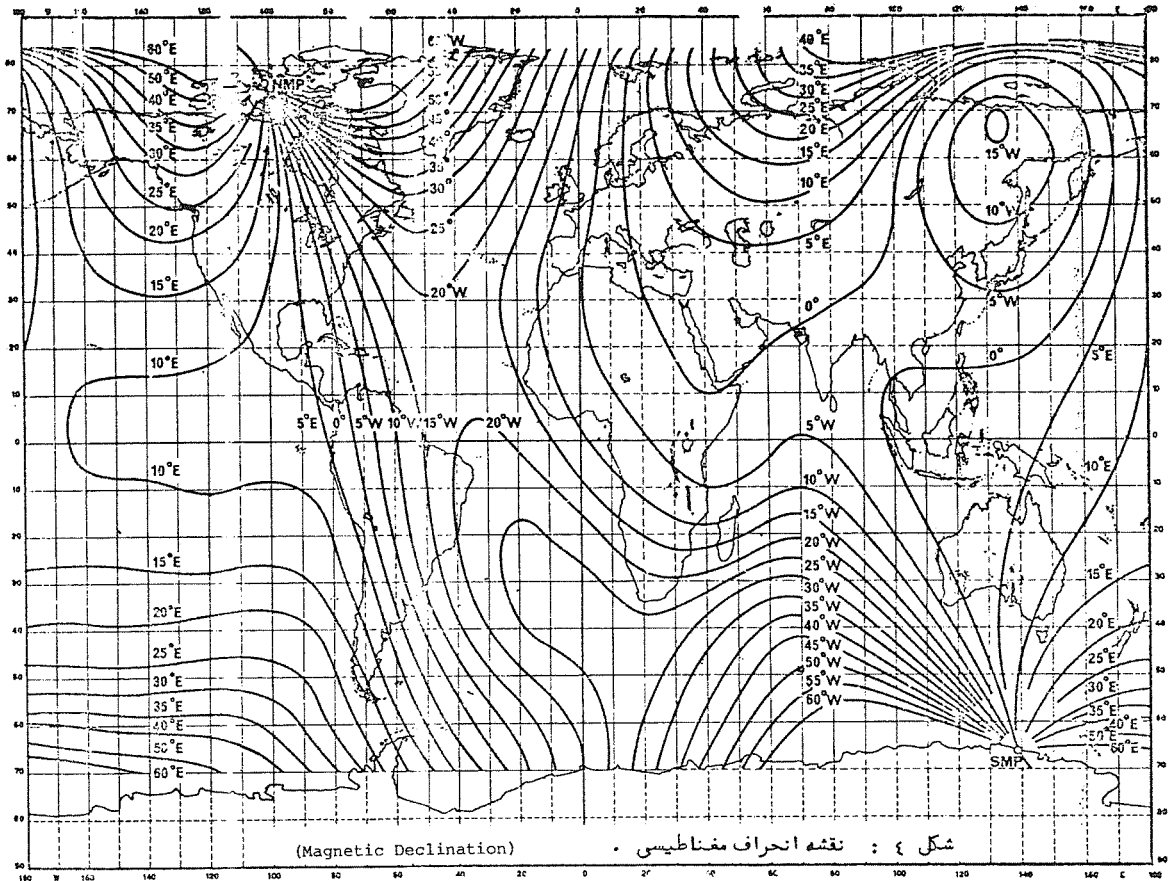
در این رابطه I معرف عمق مغناطیسی و θ جهت انتشار نسبت به جهت شرق - غرب مغناطیسی بوده و بترتیب از منحنی های شکل های ۳ و ۴ بدست می آیند.

۶- شدت میدان مینا، BFC

این شدت میدان طبق تعریف، شدت میدان حاصل از یک

- G_s اضافه گین دریا برای وقتی که ترمینال در کنار دریا باشد. می باشد. مقدار G_s بر حسب dB به کمک منحنی های تجربی طبق شکل ۲ در تابعی از فاصله s از دریا و در دو باند LF و MF داده شده است.





مقدار K با توجه به مقادیر فرکانس، f و عرض مغناطیسی متوسط،
 از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$K = 1/9 f^{1/15} + 0.24 f^{1/2} (tg^2 \phi - tg^2 37^\circ)$$

همچنین b و R بر ترتیب ضرایب فعالیت خورشیدی (Wolf number) می‌باشد. در این رابطه مقدار ϕ با توجه به مختصات جغرافیائی محل مورد نظر به کمک منحنی‌های آورده شده در شکل ۵ محاسبه می‌شود.

۳- مرحله کامپیوتری کردن

در این مقاله برنامه کامپیوتری که بتواند شدت میدان موج آسمانی را در باندهای MF و LF محاسبه کرده و جوابها را بصورت خواسته شده تنظیم نماید معرفی شده است. نکات مهم در نوشتن این برنامه کامپیوتری، کلی بودن برنامه، حداقل بودن تعداد داده‌ها و سادگی نحوه دادن دتاها به کامپیوتر بوده است. برای این منظور سعی بوده است تا حد امکان از روابط ریاضی که بتواند پارامترهای نظیر فاصله بین دو نقطه روی زمین، زاویه آزیموت ترمینالها نسبت به هم، طول مسیر موج آسمانی، گین آنتن و ... محاسبه نماید، استفاده شود. و همچنین منحنی تغییرات

آنتن کوتاه عمودی که توسط یک فرستنده $1KW$ تغذیه میشود، در صورتی که تضعیف‌های مربوط به مسیر انتشار صفر فرض شود میباشد. مقدار این شدت میدان فقط بستگی به طول مسیر انتشار داشته و طبق رابطه ۵ داده میشود.

$$BFS = 105/3 - 20 \log_{10} p \quad (5)$$

در این رابطه P طول مسیر انتشار بوده و مقدار آن با توجه به فاصله دو ترمینال و ارتفاع متوسط لایه یونسفر محاسبه میگردد.

۷- تضعیف در اثر جذب طبقات جوی، La

مقدار این تضعیف بستگی به فاکتور جذب K_r و طول مسیر انتشار P داشته و طبق رابطه زیر داده شده است.

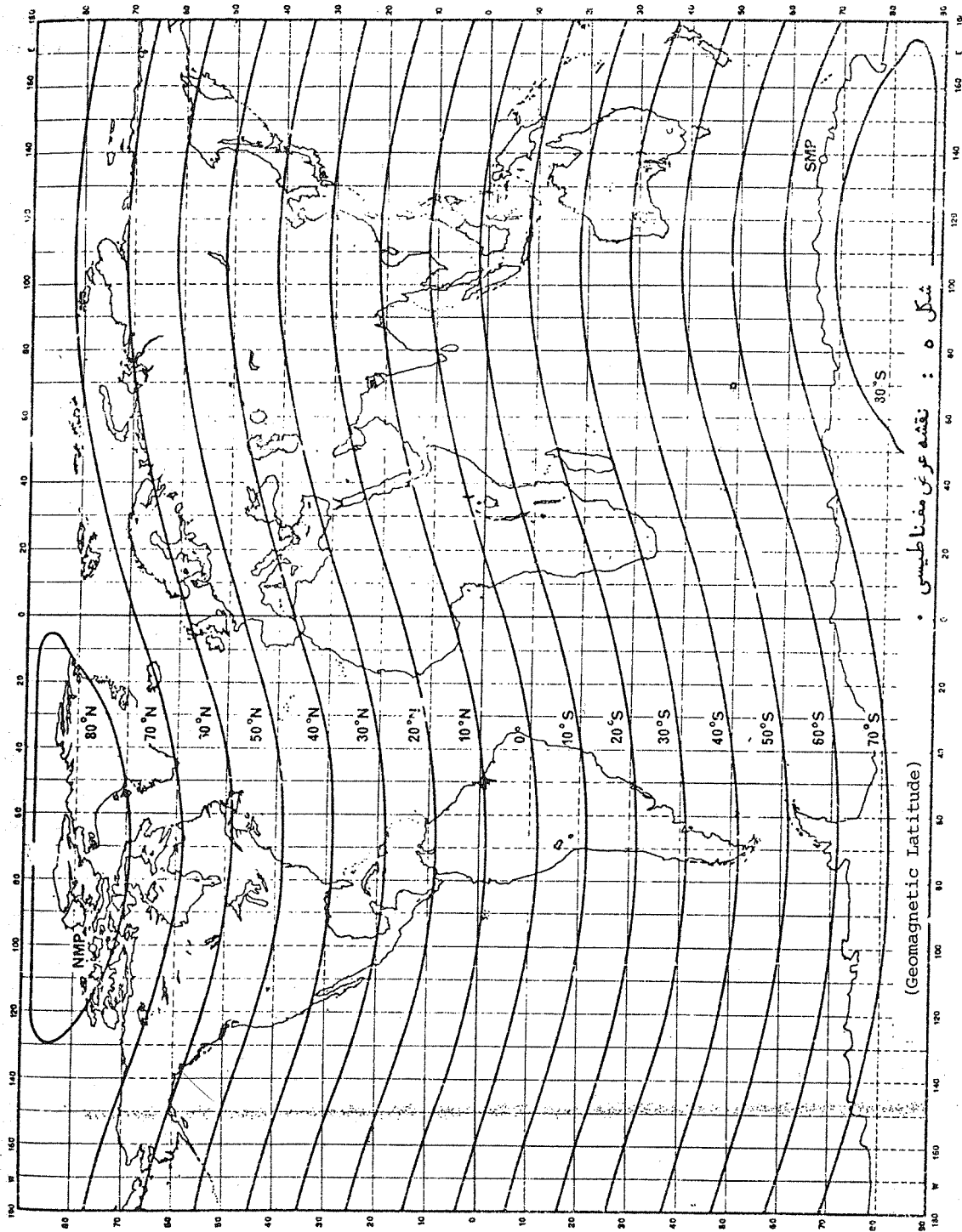
$$La = 10^{-3} P K_r$$

در این رابطه :

$$K_r = K + 10^{-2} bR$$

پارامترهایی نظیر θ, I, ϕ و ... به کامپیوتر داده شده و باروش‌های مختلف اینترپولاسیون این پارامترها محاسبه شده و برای محاسبه شدت میدان موج آسمانی بکار برده شوند. مراحل مختلف برنامه‌های کامپیوتری بطور کلی شامل سه

مرحله بصورت زیر بوده است:
 در مرحله اول اطلاعات مربوط به ایستگاههای موجود در یک فرکانس رادیویی را روی فلاپی دیسک برده و برای هر فرکانس یک فایل با تعدادی رکورد در نظر می‌گیریم. این تعداد



شکل ۵ : نقشه عرض مغناطیسی

NO.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LATT. (DEG)	DISTANCE (KM)	AZIRUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE	H (KM)	MAX. RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. DB(1,UV/M)
1	GURIEV	URS	51E55	47N 3	1312.	4.61	150.00	A	220.	21.93	100-1100	59.4
2	MOSKVA	URS	37E38	55N45	2477.	340.64	2000.00	A	257.	33.32	0-2400	59.1
3	FLOVDIV	BUL	24E41	42N 4	2356.	296.41	500.00	A	509.	28.45	0-2400	56.5
4	KARAGANDIA	URS	73E 5	49N50	2437.	41.51	150.00	A	257.	22.07	0-1000	49.5
5	TIUMEN	URS	65E30	57N 2	2664.	20.25	150.00	A	220.	21.98	0-2400	45.7
6	IRKUTSK	URS	104E18	52N18	4583.	48.47	1000.00	A	220.	30.22	0-2400	43.0
7	BURG	DDR	11E54	52N17	3569.	314.05	200.00	A	355.	23.65	0-2400	40.4
8	VORKUTA	URS	63E12	67N16	3646.	9.00	50.00	A	220.	17.21	0-2400	31.6

رکورد بستگی به تعداد کانال موجود در یک فرکانس دارد. در مرحله دوم، اطلاعات برده شده روی فلاپی دیسک را روی کاغذ چاپ کرده و این داده‌ها را کنترل و غلطگیری می‌کنیم. در مرحله سوم داده‌هایی که احتمالاً در مرحله دوم غلطگیری نشده‌اند تصحیح می‌کنیم. پس از اینکه از درستی داده‌های برده شده روی فلاپی دیسک اطمینان حاصل شد می‌توان از آنها در محاسبات موج آسمانی استفاده کرد.

۴- برنامه کامپیوتری مربوط به محاسبات

با استفاده از روابطی که قبلاً ملاحظه شد، برنامه‌ای جهت محاسبه شدت موج آسمانی نوشته شده که به کمک این برنامه ابتدا مشخصات ایستگاهها از روی فلاپی دیسک گرفته میشود و سپس شدت موج آسمانی هر یک از این ایستگاهها در محل مورد نظر محاسبه گشته و جوابها بصورت منظم چاپ میگردد. این برنامه می‌تواند به سه صورت مختلف که قبلاً ملاحظه شد ارائه گردد. این برنامه که از یک برنامه اصلی و نه برنامه فرعی و درسی و نه صفحه نوشته شده که بدلیل محدودیت در این مقاله آورده نشده است.

۵- نمونه نتایج بدست آمده و مقایسه با برخی منابع

پس از نوشتن برنامه کامپیوتری موج آسمانی در باندهای MF و LF درستی این برنامه بطرق متعددی آزمایش گردید. از جمله برای تعدادی ایستگاه جوابهای شدت میدان موج آسمانی بطور دستی محاسبه و با جوابهای حاصل از برنامه کامپیوتری مقایسه گردیدند. پس از اطمینان از درستی برنامه‌های کامپیوتری این روش، بعنوان نمونه در مورد فرستنده‌های موجود در سه فرکانس مختلف باندهای MF و LF شدت میدان موج آسمانی در شهر ساوه ایران محاسبه گردید. فرکانس‌های مزبور از فرکانس‌های ابتداء وسط و انتهائی فرکانس‌های موجود در باندهای MF و LF به ترتیب برابر ۲۶۳KHz (شامل ۸ ایستگاه) ۱۰۲۶ (شامل ۱۰۴ ایستگاه) و ۱۵۵۷ KHz (شامل ۶۷ ایستگاه) انتخاب گردیدند.

نتایج حاصل از این محاسبات برای سه فرکانس مذکور در صفحات انتهای مقاله معرفی شده است. طبق این جداول ایستگاههای موجود در هر فرکانس برحسب مقادیر نزولی شدت میدان موج آسمانی دریافتی مرتب شده‌اند.

نتایج حاصل از این روش با نتایج بدست آمده از برخی منابع (شرکت Collins و موسسه IFRB) مورد مقایسه قرار داده شد. این نتایج با تقریب قابل قبولی، بسیار نزدیک بهم بوده و لذا روش ارائه شده برای حل مسائل موجود در این زمینه می‌تواند با اطمینان خوبی مورد استفاده قرار گیرد.

NU.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LATT. (DEG)	DISTANCE (KM)	AZIMUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE; H(M)	MAX.RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. DB(1.UV/H)
1	TABRIZ	IRN	46E15	38N 8	495.	310.80	100.00	A	147.	19.80	68.1
2											
3	DHARMSALA	IND	76E15	32N12	2396.	90.88	300.00	A	150.	26.98	54.9
4	CHALUS	IRN	51E25	36N40	171.	27.33	10.00	A	73.	0.07	49.8
5	LASHKAR GAH	AFG	64E20	31N35	1344.	103.99	10.00	A	60.	10.21	47.4
6	ROURKELA	IND	85E 0	22N12	3638.	104.21	300.00	A	150.	26.98	46.7
7	MERCARA	IND	75E42	12N24	3589.	128.93	300.00	A	150.	26.98	46.0
8	GRAZ DOBL	AUT	15E23	46N57	3183.	304.87	300.00	A	156.	27.22	44.6
9	GRAZ DOBL	AUT	15E23	46N57	3183.	304.87	300.00	A	156.	27.22	44.6
10	LINZ KRONSTORF	AUT	14E27	48N10	3279.	307.06	300.00	A	137.	26.50	42.6
11	LINZ KRONSTORF	AUT	14E27	48N10	3279.	307.06	300.00	A	137.	26.50	42.6
12	GRAZ DOBL	AUT	15E23	46N57	3183.	304.87	200.00	B	147.	25.10	42.4
13	GRAZ DOBL	AUT	15E23	46N57	3183.	304.87	200.00	B	147.	25.10	42.4
14	TOMSK	URS	85E 4	56N30	3499.	36.83	200.00	A	190.	26.37	41.5
15	LINZ KRONSTORF	AUT	14E27	48N10	3279.	307.06	200.00	B	147.	25.10	41.2
16	LINZ KRONSTORF	AUT	14E27	48N10	3279.	307.06	200.00	B	147.	25.10	41.2
17	ALLAHABAD	IND	81E54	25N28	3185.	101.37	20.00	A	150.	15.22	37.7
18	PIBOR POST	SDN	33E 8	6N49	3632.	213.38	50.00	A	164.	19.78	36.7
19	KRABUJEVAC	YUG	20E55	44N 1	2696.	300.08	10.00	A	144.	11.98	34.6
20	DORNBIRLAUTER	AUT	9E42	47N27	3615.	304.65	50.00	A	116.	18.12	31.3
21	DORNBIRLAUTER	AUT	9E42	47N27	3615.	304.65	50.00	A	116.	18.12	31.3
22	DORNBIRLAUTER	AUT	9E42	47N27	3615.	304.65	50.00	A	116.	18.12	31.3
23	DORNBIRLAUTER	AUT	9E42	47N27	3615.	304.65	50.00	A	116.	18.12	31.3
24	BEREZNINI	URS	56E15	59N24	2712.	7.05	5.00	A	190.	10.35	30.9
25	HADIJA	NIG	10E10	12N30	4774.	248.18	50.00	A	75.	17.40	29.6
26	PINSK	BLR	26E10	52N10	2687.	321.81	5.00	B	15.	7.00	28.2

NIRT ENGINEERING RESEARCH GROUP TEHRAN IRAN DATE:16-JUL-79 HOURS:11:27:33
 PREDICTED SKY-WAVE FIELD STRENGTH AT RECEIVING STATION,SAVEH IRN (50E32-35N18) FREQ. 1026(KHZ)

NO.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LAT. (DEG)	DISTANCE (NM)	AZIMUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE	H(M)	MAX. RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. DB(1,UV/M)
27	PHITSANULOK	THA	100E13	16N51	5305	99.43	50.00	A	88.	17.58	0-2400	28.2
28	ZHENFENG	CHN	105E40	25N14	5344	86.21	50.00	A	70.	17.34	2000-1800	27.3
29	MARIA PFARR	AUT	13E45	47N 9	3308	304.85	10.00	A	105.	10.89	1700- 500	27.0
30	MARIA PFARR	AUT	13E45	47N 9	3308	304.85	10.00	A	105.	10.89	1500- 700	27.0
31	MARIA PFARR	AUT	13E45	47N 9	3308	304.85	10.00	A	105.	10.89	500-1700	27.0
32	MARIA PFARR	AUT	13E45	47N 9	3308	304.85	10.00	A	105.	10.89	700-1500	27.0
33	BREST	BLR	23E54	52N18	2824	320.27	5.00	B	15.	7.00	0-2400	26.8
34	JIANHE	CHN	108E45	26N39	5555	82.94	50.00	A	70.	17.34	2000-1800	25.9
35	GRODNO	BLR	24E 0	53N54	2915	323.43	5.00	B	15.	7.00	0-2400	25.6
36	NIANDOMA	URS	38E57	61N31	3028	347.92	5.00	A	190.	10.35	0-2400	25.4
37	BALLE	CLN	80E12	6N 5	4444	129.99	10.00	A	50.	10.17	0-1800	24.4
38	PERY	MOZ	33E25	19S 0	6302	199.45	50.00	A	73.	17.38	400-2200	24.3
39	HASSI MESSAOU	ALG	6E 9	31N40	4102	277.37	9.00	A	73.	9.93	600-2400	24.0
40	MALINDI	KEN	40E 5	3S15	4423	196.44	5.00	A	100.	7.78	0-2400	21.4
41	NAYONG	CHN	105E15	26N56	5226	84.34	10.00	A	70.	10.35	2000-1800	20.8
42	KANANGA	ZAI	22E25	5S54	5444	218.43	10.00	A	70.	10.35	0-2400	20.7
43	VIENTIANE	LAO	102E38	17N59	5455	96.51	10.00	A	55.	10.21	500-1500	20.0
44	HEITAN	CHN	107E29	27N46	5389	82.22	10.00	A	70.	10.35	2000-1800	19.7
45	BEIJING	CHN	116E27	39N57	5695	63.87	20.00	A	70.	13.37	2000-1800	18.8
46	YALA	THA	101E 4	5N46	6111	110.26	10.00	A	30.	10.06	0-2400	17.0
47	RAITCHIKMINSK	URS	129E30	49N50	6356	48.90	50.00	A	90.	17.61	0-2400	15.5
48	ROSSO	MTN	15W50	16N32	6832	270.66	20.00	A	146.	15.06	600-2400	15.1
49	LUANDA	AGL	13E49	8S48	6235	225.40	5.00	A	67.	7.31	0-2400	14.3
50	VIGO	E	8W40	42N10	5089	297.30	10.00	A	60.	10.26	0-2400	12.7
51	RABAT	MRC	6W55	33N54	5185	285.74	5.00	A	48.	7.15	600-2400	12.5
52	NOVALICHES OC	PHL	121E 2	14N42	7315	88.71	10.00	A	91.	10.64	2100-1600	11.5

NO.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LATT. (DEG)	DISTANCE (KM)	AZIMUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE	H(M)	MAX. RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. DB(1,UV/M)
53	UNZMARKT	AUT	14E27	47N12	3257.	305.13	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	6.6
54	S LAMBRECHT	AUT	14E18	47N 4	3266.	304.82	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	6.6
55	RADENTHEIN	AUT	13E40	46N49	3308.	304.17	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	6.2
56	ASUANSI	GHA	1W15	5N25	6243.	250.38	20.00	A	250.	0.57	500-2300	6.1
57	GREIFENBURG	AUT	13E10	46N45	3345.	303.93	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.9
58	MALLNITZ	AUT	13E10	46N59	3349.	304.39	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.8
59	OBERRAUBURG	AUT	12E59	46N46	3359.	303.93	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.8
60	GROSS ARL	AUT	13E12	47N14	3351.	304.89	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.7
61	MUEHLBACH HNG	AUT	13E 7	47N22	3360.	305.13	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.6
62	RAURIS	AUT	13E 0	47N14	3366.	304.85	0.10	A	20.	-9.97	0-2400	5.6
63	HEILIGENBLUT	AUT	12E51	47N 2	3373.	304.42	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.6
64	SILLIAN	AUT	12E25	46N45	3401.	303.78	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.4
65	SAALFELDEN	AUT	12E51	47N26	3381.	305.20	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.4
66	NEUKIRCHEN GRV	AUT	12E17	47N15	3419.	304.73	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.1
67	KITZBUHEL	AUT	12E24	47N27	3414.	305.14	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	5.1
68	ZELL AM ZILLER	AUT	11E53	47N14	3449.	304.61	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	4.8
69	SAFI	MRC	9W10	32N20	5441.	284.61	1.00	A	82.	0.50	500-2400	4.6
70	ACHENKIRCH	AUT	11E43	47N32	3466.	305.16	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	4.5
71	SCHARNITZ	AUT	11E16	47N23	3497.	304.78	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	4.3
72	LA CHASSE	G	2W11	49N14	4503.	306.86	1.00	A	68.	0.33	0-2400	4.3
73	DETZ	AUT	10E54	47N12	3522.	304.37	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	4.1
74	FRUTZ	AUT	10E40	47N 5	3538.	304.11	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	4.0
75	NAUDERS	AUT	10E31	46N54	3547.	303.75	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	4.0
76	REUTTE	AUT	10E43	47N29	3540.	304.87	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	3.9
77	KAPFL	AUT	10E23	47N 4	3559.	304.04	0.10	A	15.	-9.98	0-2400	3.9
78	SEOCHEON	KOR	12E43	36N 3	6689.	64.84	1.00	A	120.	1.23	0-2400	2.1

NO.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LATT. (DEG)	DISTANCE (NM)	AZIMUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE	H(M)	MAX. RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. DB(1.UV/M)
79	KFOCHANG	KOR	127E54	35N40	6804.	64.79	1.00	A	120.	1.23	0-2400	1.5
80	HWACHEON	KOR	127E42	38N 5	6678.	62.33	1.00	A	60.	0.26	0-2400	0.5
81	ILIGAN CITY	PHL	124E15	8N14	8005.	92.62	1.00	A	91.	0.64	2100-1600	-1.2
82	BELFAST	G	5W52	54N33	4769.	314.78	1.00	B	15.	0.02	0-2400	-2.4
83	AKUNE	J	130E12	32N 1	7172.	67.54	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-10.4
84	SHIMONSEKI	J	130E56	33N58	7135.	65.30	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-10.8
85	KORAYASHI MIYA	J	130E58	32N 0	7238.	67.23	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-10.8
86	KUSHIMA	J	131E14	31N28	7287.	67.63	0.10	A	71.	-9.63	0-2400	-10.9
87	HITA	J	130E56	33N18	7169.	65.96	0.10	A	47.	-9.85	0-2400	-10.9
88	HAMADA	J	132E 5	34N54	7183.	63.91	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-11.3
89	KURE	J	132E36	34N15	7258.	64.33	0.10	A	71.	-9.63	0-2400	-11.5
90	HONIARA	SLM	159E58	9S25	12371.	86.55	5.00	A	61.	7.25	1500-1200	-11.9
91	KURAYOSHI	J	133E48	35N25	7296.	62.70	0.10	A	47.	-9.85	0-2400	-12.3
92	FUKUCHIYAMA	J	135E 7	35N18	7408.	62.27	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-12.7
93	SHINGU	J	136E 0	33N43	7563.	63.41	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-13.0
94	TSURUGA	J	136E 3	35N39	7465.	61.55	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-13.1
95	YAMANAKA	J	136E22	36N15	7459.	60.84	0.10	A	71.	-9.63	0-2400	-13.2
96	KISOFUKUSHIMA	J	137E42	35N51	7585.	60.67	0.10	A	47.	-9.85	0-2400	-14.0
97	KODORO	J	138E26	36N19	7618.	59.93	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-14.2
98	YONEZAWA	J	140E 6	37N54	7663.	57.75	0.10	A	47.	-9.85	0-2400	-15.2
99	OFUNATO	J	141E44	39N 5	7723.	55.98	0.10	A	67.	-9.68	0-2400	-15.8
100	MIYAKO	J	141E58	39N38	7710.	55.37	0.10	A	71.	-9.63	0-2400	-15.9
101	MELBOURNE VIC	AUS	145E 6	37S44	12665.	120.43	5.00	A	132.	8.56	0-2400	-16.3
102	ENARU	J	143E31	44N 3	7585.	50.62	0.10	A	71.	-9.63	0-2400	-17.1
103	KAITAIA	NZL	173E15	35S 3	14886.	107.19	2.00	A	50.	3.18	0-2400	-28.7
104	WHANGAREI	NZL	174E19	35S41	14999.	107.67	2.00	A	50.	3.18	0-2400	-29.3

NIET ENGINEERING RESEARCH GROUP TEMRAH IRAN DATE:16-JUL-79 HOURS:11:33:30 FREQ. 1557(KHZ) PAGE: 1

NO.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LATT. (DEG)	DISTANCE (KM)	AZIMUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE	H(M)	MAX. RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. U(1,UV/M)
1	ANTAKYA	TUR	36E10	36N12	1299.	278.60	50.00	A	97.	18.91	200-2300	55.8
2	ARDEBIL	IRN	48E20	38N28	403.	331.59	10.00	A	48.	6.14	300-1400	53.1
3	CYCLOPS	MLT	14E34	35N50	3235.	281.70	600.00	B	48.	28.17	200-2400	47.0
4	KAMYCH ZARIA	UKR	36E35	45N20	1622.	317.69	5.00	A	120.	10.27	0-2400	42.6
5	LEKKORAN	URS	48E51	38N45	412.	339.22	5.00	A	120.	4.29	0-2400	42.5
6	GT NICOBAR	IND	93E50	7N15	5397.	114.79	1000.00	B	48.	30.39	0-2400	40.5
7	GT NICOBAR	IND	93E50	7N15	5397.	114.79	1000.00	B	48.	30.39	0-2400	40.5
8	KARSAKPAI	URS	66E44	47N54	1936.	38.69	5.00	A	120.	10.36	0-2400	39.8
9	SKARDU	PAK	75E24	35N12	2252.	83.03	10.00	A	70.	10.91	0-2000	39.4
10	NICE	F	7E 6	43N35	3796.	297.45	300.00	A	90.	26.49	0-2400	38.0
11	KAUNAS	URS	23E40	55N31	3037.	326.11	75.00	A	120.	22.14	0-2400	36.8
12	OSIJEK	YUG	18E30	45N40	2919.	303.08	50.00	B	48.	17.38	0-2400	36.7
13	OSIJEK	YUG	18E30	45N40	2919.	303.08	50.00	B	48.	17.38	0-2400	36.7
14	VECHINTOS	URS	25E 0	55N40	2981.	327.38	50.00	A	120.	20.38	0-2400	36.5
15	STEPNIAK	URS	70E50	52N51	2519.	32.95	5.00	A	120.	10.38	0-2400	33.6
16	CHAULIAI	URS	23E18	55N54	3081.	326.51	25.00	A	120.	17.37	0-2400	31.4
17	TORSK	URS	85E 4	56N30	3499.	36.83	20.00	A	120.	16.40	0-2400	30.2
18	TIURI	URS	24E43	58N28	3196.	331.73	20.00	A	120.	16.40	0-2400	28.1
19	ADRE	TCD	22E12	13N28	3733.	236.58	10.00	A	48.	10.39	400-2300	28.1
20	FUZHOU 1	CHN	119E24	26N 8	6534.	78.36	100.00	A	100.	22.28	2000-1800	25.2
21	MELENE	GAB	9E28	0N25	5751.	236.81	20.00	A	100.	15.29	400-2400	23.9
22	KLAIPEDA	URS	21E 6	55N44	3183.	324.72	5.00	A	120.	10.38	0-2400	23.3
23	MALINDI	KEN	40E 5	3S15	4423.	196.44	5.00	A	100.	9.27	0-2400	22.9
24	ERIGAVO	SOM	47E22	10N37	2763.	187.42	10.00	A	48.	10.39	300-2100	21.0
25	CHOMA	ZMB	26E58	16S45	6299.	207.28	10.00	A	121.	13.41	200-2100	20.5
26	PHETCHABUN	THA	101E14	16N48	5399.	98.79	10.00	A	48.	10.39	0-2400	20.4

NO.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LATT. (DEG)	DISTANCE (KM)	AZIMUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE	H(M)	MAX.RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. DB(1,UV/M)
27	DIEGO SUAREZ	MDG	49E17	12S17	5293.	181.65	5.00	A	96.	9.03	300-2000	18.0
28	CHIFENG SHI	CHN	118E52	42N18	5814.	60.34	20.00	A	50.	13.43	2000-1800	16.5
29	F DERICK	MTN	12W43	22N41	6207.	275.18	20.00	A	96.	15.05	600-2400	16.2
30	NAMAPA	MOZ	39E50	13S42	5564.	193.61	3.00	A	48.	5.16	400-2200	15.1
31	JIANMING	CHN	116E50	26N53	6288.	78.79	10.00	A	50.	10.42	2000-1800	14.7
32	LONGYAN	CHN	117E 2	25N 7	6374.	80.58	10.00	A	50.	10.42	2000-1800	14.4
33	CHONGAN	CHN	118E 1	27N43	6332.	77.34	10.00	A	50.	10.42	2000-1800	14.2
34	NANPING	CHN	118E12	26N45	6396.	78.29	10.00	A	50.	10.42	2000-1800	14.0
35	XIAMEN	CHN	118E18	24N24	6524.	80.70	10.00	A	50.	10.42	2000-1800	13.7
36	KHOLBON	URS	116E17	52N 6	5399.	48.35	5.00	A	120.	10.38	0-2400	12.1
37	KOLAHUN	LBR	10W 5	8N16	6823.	259.28	10.00	A	48.	10.39	500-2400	11.9
38	AMSTERDAM	HOL	4E53	52N20	4035.	312.41	2.00	A	40.	3.27	0-2400	8.1
39	FYOKDONG	KRE	125E22	40N36	6387.	60.40	5.00	A	30.	7.13	2000-1800	7.3
40	SHANGHAI	CHN	121E29	31N15	6468.	72.03	1.00	A	50.	0.42	2000-1800	3.1
41	LINGAYEN FANG	PHL	120E10	16N 3	7157.	87.94	1.00	A	60.	0.64	2100-1600	1.9
42	LEGASPI CITY	PHL	123E44	13N 8	7655.	88.60	1.00	A	60.	0.64	2100-1600	-0.1
43	DARU	FNG	143E13	9S 5	10832.	95.91	10.00	A	80.	11.27	1900-1300	-1.5
44	KIUNGA	FNG	141E18	6S 8	10471.	94.57	2.00	A	30.	3.15	1900-1300	-8.2
45	L MURRAY	FNG	141E30	7S 0	10544.	95.17	2.00	A	30.	3.15	1900-1300	-8.5
46	ARAD	J	130E26	32N58	7144.	66.50	0.10	A	73.	-8.99	0-2400	-10.6
47	AKUNE	J	130E13	32N 2	7173.	67.52	0.10	A	60.	-9.36	0-2400	-10.9
48	MIYAKONOJO	J	131E 6	31N46	7261.	67.40	0.10	A	62.	-9.31	0-2400	-11.2
49	NAKATSU	J	131E13	33N35	7178.	65.57	0.10	A	62.	-9.31	0-2400	-11.3
50	HITA	J	130E55	33N20	7166.	65.94	0.10	A	48.	-9.61	0-2400	-11.5
51	NIHAMA	J	133E19	33N59	7330.	64.30	0.10	A	68.	-9.15	0-2400	-12.2
52	OBAMA	J	135E45	35N30	7449.	61.82	0.10	A	62.	-9.31	0-2400	-13.6

NO.	STATION NAME	COUNTRY SYMBOL	LONG. (DEG)	LATT. (DEG)	DISTANCE (KM)	AZIMUTH TO TX (DEG)	POWER (KW)	ANTENNA TYPE: H(M)	MAX.RAD. (DB)	OPERATING TIME	FIELD STR. DB(1.UV/M)
53	SHINGU	J	136E 0	33N43	7563.	63.41	0.10	A 48.	-9.61	0-2400	-13.9
54	UENO	J	136E 9	34N45	7520.	62.37	0.10	A 53.	-9.52	0-2400	-13.9
55	HISHIMA	J	138E55	35N 6	7722.	60.86	0.10	A 87.	-8.43	0-2400	-14.1
56	NAKATSUGAWA	J	137E29	35N30	7587.	61.09	0.10	A 52.	-9.54	0-2400	-14.6
57	TAKAYAMA	J	137E15	36N 9	7534.	60.57	0.10	A 48.	-9.61	0-2400	-14.6
58	TAREE NSW	AUS	152E28	31S55	12973.	111.67	5.00	A 100.	9.27	1900-1400	-15.0
59	ATAHI	J	139E11	35N 2	7747.	60.81	0.10	B 48.	-9.61	0-2400	-15.4
60	ODATE	J	140E30	40N17	7566.	55.34	0.10	A 66.	-9.21	0-2400	-16.2
61	HAKODATE	J	140E45	41N49	7504.	53.78	0.10	A 72.	-9.02	0-2400	-16.4
62	NARUGO	J	140E42	38N44	7664.	56.72	0.10	A 34.	-9.81	0-2400	-16.7
63	MIYANO	J	141E56	39N38	7708.	55.38	0.10	A 67.	-9.18	0-2400	-16.8
64	MULIVAI	SMD	171W46	14S 2	15182.	71.64	2.00	A 60.	3.65	0-2400	-26.2
65	HAWERA	NZL	174E16	39S31	15105.	112.96	2.00	A 50.	3.43	0-2400	-31.5

هوشمندان و طارمی بخاطر همکاری موثر در پیشبرد و به نتیجه رساندن برنامه‌های کامپیوتری این مقاله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماید.

تشکر و قدردانی:
 بدینوسیله از سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران بخاطر فراهم آوردن امکانات پژوهشی و تسهیلات کامپیوتری و همچنین بخاطر اجازه نشر این مقاله و نیز از آقایان دکتر

منابع

(UK)Ltd.

1. John Griffiths, Radio Wave propagation and Antennas, Ch.3, 1987 Prentice - Hall International

2. R.C. Jhonson X H.Jasik , Antennas Engineering Handbook Ch.25., 1984 Mc Graw - Hill Book